

UNIVERSIDAD DE MADRID
FACULTAD DE MEDICINA



TESIS DOCTORAL

Localización de los shunt intracardíacos con el electrodo de platino utilizando el hidrógeno como indicador

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Francisco Pérez Gómez

Madrid, 2015

RR. 43.755



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
5312153659

DE 616.12
PER

TA 1515

UNIVERSIDAD DE MADRID
=====

FACULTAD DE MEDICINA
=====

LOCALIZACION DE LOS SHUNTS INTRACARDIACOS CON EL
ELECTRODO DE PLATINO UTILIZANDO EL HIDROGENO COMO
INDICADOR

INDICE
=====

INDICE

	Págs.
AGRADECIMIENTO	3
I.- INTRODUCCION	6
TECNICAS PARA EL DIAGNOSTICO DE LOS SHUNT INTRACAR	
DIACOS	6
A) Determinación de la Saturación de Oxígeno	7
B) Técnica del Helio-Oxígeno	8
C) Curvas de Dilución de Colorantes	9
D) Curvas con Ascorbato Sódico	12
E) Angiocardiografía	14
F) Fono Intracardíaco	16
TECNICA DEL HIDROGENO CON ELECTRODO DE PLATINO	18
a) Fundamentos	18
b) Aplicaciones en Cardiología	19
c) Sistema de Registro	20
d) Modo de dar el Gas	20
e) Señalización de la entrada del Gas	21
f) Avances en la Técnica de Registro	21

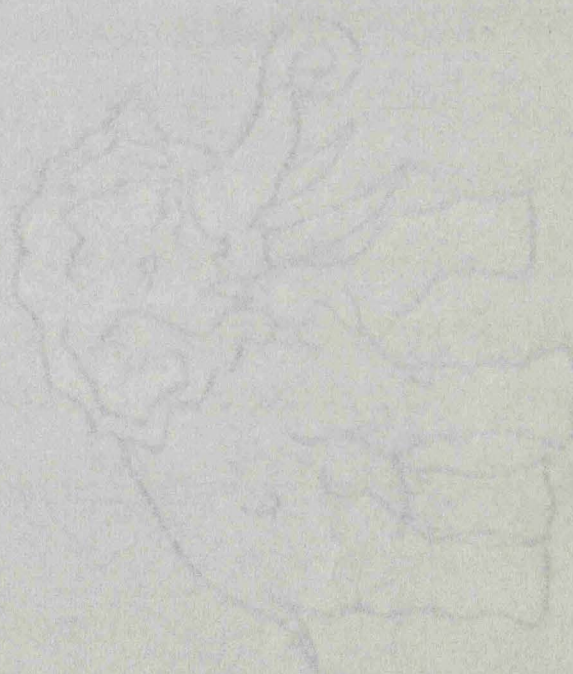
- II -

	Págs.
HIPOTESIS DE TRABAJO	21
II.- MATERIAL	25
A) Enfermos Estudiados	26
B) Laboratorio de Hemodinámica Cardíaca	27
C) Equipo Especial para esta Técnica	30
D) Técnica Seguida Durante el Cateterismo	32
III.- METODOS	34
TECNICA DE HIDROGENO CON ELECTRODO DE PLATINO	35
a) Manejo del Hidrógeno y modo de dar el gas.	35
b) Preparación del Electrocatéter	35
c) Modo de señalar la Entrada del Gas	36
d) Preparación de la Solución de Hidrógeno	36
e) Modo de Conectar los Electrocatéteres	37
f) Forma de evitar posibles artefactos	38
IV.- RESULTADOS	40
1) Curvas por Inhalación en Enfermos sin shunt	
Intracardíaco	42

2) Inyección de Suero Saturado con Hidrógeno en una Vena del Brazo. Registro con Caté- ter Electrodo en Cámaras Cardíacas Derechas	47
3) Inyección de Suero con Hidrógeno en las Cámaras Cardíacas Derechas y Registro con Electrocatéter en el Sistema Arterial Sistó- mico	48
4) Inyección de Suero Saturado con el Hidróge- no para el Estudio de las Insuficiencias Valvulares	51
5) Curvas por Inhalación en enfermos con Shunt Izquierda-Derecha	52
a) Ductus Arterioso Persistente	53
b) Comunicación Interventricular	54
c) Comunicación Interauricular	58
V.- TRABAJO EXPERIMENTAL	62
1) Material y Métodos	63
2) Técnica General Seguida	63
3) Resultados	65

	Págs.
a) Con el Catéter en Posición de Presión	
Capilar Pulmonar	65
b) Shunt Izquierda-Derecha	65
c) Shunt Derecha-Izquierda	66
 VI.- POSIBLES ERRORES Y ANTEFACTOS	67
a) Falso Shunt por Catéter en Seno Coronario . .	68
b) En Enfermos Jóvenes Cardiológicamente Normales con Estado Circulatorio Hiperquinético	69
c) Artefactos de la Curva	69
d) Selección Defectuosa de las Derivaciones en el Electrocardiógrafo	69
e) Falta de Sensibilidad del Catéter	71
f) Inhalación Defectuosa	71
g) Defecto al Señalar el Comienzo de la Inhalación	72
 VII.- RIESGOS	73
1) Por Electrocuación	74
2) Por el Uso del Gas Nitrógeno	77

VIII.- COMENTARIOS	83
IX.- CONCLUSIONES	104
X.- BIBLIOGRAFIA	108



- I -

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Para el diagnóstico y valoración de las cardiopatías se practican diversas pruebas clínicas. El estudio hemodinámico en el que se incluyen múltiples técnicas modernas se ha hecho imprescindible para determinar con precisión el tipo de anomalía y la magnitud de la misma. El registro de las presiones, y sobre todo, la determinación de la diferencia de presión entre dos cámaras contiguas nos informa de la posible existencia de estenosis en la válvula que las separa; otras cardiopatías (defectos intracardíacos con shunt o insuficiencias valvulares) pueden alterar las presiones, pero al hacerlo de forma no selectiva, la determinación de la presión en las cámaras cardíacas no permite nunca el diagnóstico exacto de la cardiopatía, lo que nos obliga a acudir a otros medios de diagnóstico.

Estado actual de las técnicas para el diagnóstico de los shunt intracardíacos.

A.- Determinación de la saturación de Oxígeno (introducida por DEXTER en 1949) (9).

Asegurada una función pulmonar normal, la sangre que sale del pulmón por las venas pulmonares contiene una hemoglobina con una saturación de oxígeno que oscila alrededor del 95% de su capacidad total. La determinación de la saturación de oxígeno en la sangre de las cámaras izquierdas y de todo el sistema arterial debe dar unas cifras similares, excepto que haya paso de sangre menos oxigenada a las cámaras izquierdas por un shunt derecha-izquierda. Esto ocasiona un descenso de la saturación de la cámara que recibe el shunt y en las distribuciones de sangre desde una de las cámaras derecho. Se ven tales a la misma.

El consumo de oxígeno que tiene lugar en los tejidos hace que la saturación de la sangre venosa disminuya considerablemente en relación con la arterial, pero en todo caso la cifra de saturación en la sangre de las venas cavas será similar a la de las ramas de la arteria pulmonar. A la inversa que antes, un shunt izquierda-derecha da lugar a un aumento de la saturación en las cámaras derechas a partir de la que sale por las venas pulmonares a las cámaras izquierdas.

recibe la sangre arterial.

La determinación de la saturación de oxígeno en todas las cámaras cardíacas permite localizar un shunt intra cardíaco importante, así como la magnitud del mismo. Fué y es una técnica muy usada.

B.- Técnica del Helio-Oxígeno.

Fué una técnica descrita por AMPLATZ (1), y consiste en el registro continuo de la saturación de oxígeno por medio de un oxímetro, para lo cual se requiere un aparato de extracción continua de sangre desde una de las cámaras derechas. Se dan a respirar únicamente 6 u 8 inhalaciones de helio 100% (gas inerte), que condiciona una disminución considerable de la saturación de oxígeno en la sangre.

En un momento determinado, que se señala en el aparato de registro, se da a respirar oxígeno puro, con lo que se elevará la saturación sanguínea después de un intervalo que corresponde al tiempo de circulación de la sangre hipersaturada desde las venas pulmonares a las cámaras derechas donde se ha

ce la extracción. Si existe una comunicación anormal con shunt izquierda-derecha, la sangre más oxigenada alcanza rápidamente las cámaras derechas detectándose el aumento de saturación en un intervalo muy pequeño.

Para ilustrar la utilidad de esta técnica presentamos unas curvas tomadas de AMPLATZ (1): la figura 1 muestra en a) un registro normal en arteria femoral, en b) un registro en ventrículo derecho en enfermos sin shunt y en c) hay un registro en ventrículo derecho en enfermos con comunicación interventricular. El intervalo entre dar oxígeno y el aumento de la saturación en este caso, es similar al que se obtiene registrando en arteria femoral y mucho más prolongado que el que se obtiene en aurícula derecha d).

C.- Curvas de dilución de colorantes.

Fundamentos.- Un colorante inocuo se inyecta en el sistema venoso y tras circular por el árbol pulmonar se analiza en el sistema arterial. La gráfica registra concentración del colorante en relación con el tiempo. El intervalo entre el

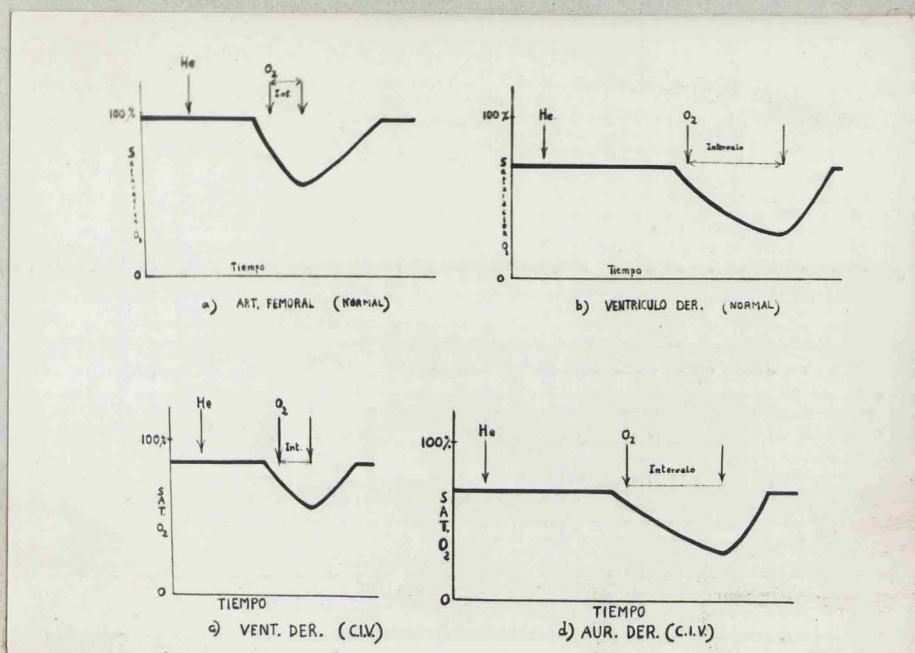


Fig. 1. Prueba del helio-oxígeno. Registro normal en arteria femoral (a) y en ventrículo derecho (b). Registro en ventrículo derecho (c) y en aurícula derecha (d) en un enfermo con comunicación interventricular (C.I.V.).

momento de la inyección y comienzo de la curva se denomina tiempo de aparición. Se registra primero la curva principal cuya altura y amplitud varía según diversos parámetros (volumen minuto circulante, volumen total de sangre, cantidad de colorante inyectado, velocidad de circulación). Antes de que la curva vuelva a la línea base hay otra elevación que corresponde a la recirculación del colorante después de pasar por los tejidos del organismo.

Se han utilizado varios colorantes: Azul de Evans, Azul de Coomassina y Verde de Indicianina, que es el más usado porque su espectro de absorción se influencia menos por las variaciones de concentración de la hemoglobina. De utilidad similar pueden ser los indicadores radioactivos (albúmina, hemáties marcados) aunque más peligrosos. También se puede utilizar el ácido ascórbico.

Para realizar el registro con exactitud se precisa un extractor continuo de sangre arterial, haciéndola pasar a través del aparato analizador que lleva un sistema de registro. Con el fin de poder repetir la prueba más de una vez, tanto

el sistema extractor como el aparato analizador han de estar estériles y así poder reinyectar la sangre extraída. Cuando se trata de materiales radioactivos el registro se hace con un captador especial sin necesidad de sacar sangre.

Para demostrar un shunt derecha izquierda se hace la inyección en las cámaras derechas y el análisis en una arteria sistémica: Si parte del colorante pasa al sistema arterial sin circular por el pulmón habrá un tiempo de aparición muy acortado y la curva muestra un pico inicial anormal. La altura de la curva principal será más baja de lo habitual por menores concentración de colorante (parte paso previamente por el shunt). La localización del defecto se hace repitiendo las inyecciones de colorante en las diversas cámaras derechas. La inyección en una cámara distal al shunt, mostrará una curva normal.

b) En casos con shunt izquierda-derecha el tiempo de aparición es normal, pero la curva descendente muestra una caída lenta debida al colorante de recirculación precoz que desde las cámaras izquierdas está pasando a las derechas y atraviesa el pulmón en breve tiempo.

c) En casos de shunt mixto nos encontramos con tiempo de aparición precoz y curva descendente lenta.

D.- Curvas con ascorbato sódico.

Demostración de shunt izquierda-derecha.

Si colocamos dentro de la circulación sanguínea un catéter electrodo con terminal de platino, sobre el que se deposita cloruro de platino y hacemos llegar sangre con ascorbato sódico, en el momento de contactar el ascorbato con el cloruro de platino se desprenden electrones al oxidarse el ácido, creándose un potencial negativo en las proximidades del electrodo que se puede detectar fácilmente (FROMER, 1961) (11).

Si utilizamos un catéter electrodo para registro del electrocardiograma, la corriente que se produce condiciona un desplazamiento de la línea isoelectrica dando lugar a una curva de contorno similar a la que se obtiene con los colorantes. La cantidad de corriente que se produce y por tanto la magnitud del desplazamiento tiene relación con la concentración del ácido que llega (mayor o menor grado de shunt).

Técnica.- Por el mismo catéter de registro se hace la inyección de la solución con ascorbato (entre 25 y 100 mg. según KAPLAN 1.961) (20). La inyección se debe hacer muy rápida, lavando a continuación con 10 c.c. de suero. La curva que se obtiene presenta una elevación inicial brusca producida por la reacción directa del mismo ascorbato inyectado, que es muy fugaz por la rapidez de la inyección y escaso tiempo de contacto. Después hay un cierto intervalo y finalmente aparece la curva de recirculación. La curva presenta menos artefactos que las obtenidas con los colorantes y la fase debida a la recirculación es algo menos marcada.

Cuando hay un shunt izquierda-derecha el pico inicial se prolonga en rampa descendente lenta cuando se registra en la cámara que recibe el shunt y en las distales a la misma debido a que sigue contactando con el electrodo el ascorbato que vuelve rápidamente por el lugar del cortocircuito.

La curva puede ser calibrada, con lo que es posible hacer una interpretación cuantitativa del shunt. Es una técnica tan exacta como el método de dilución de colorantes.

Para demostrar un shunt derecha-izquierda se hace la inyección en las diferentes cámaras derechas y se coloca el catéter registrador en la aorta, lo más próximo posible a su origen para obtener buenos registros. El ascorbato no es eliminado por el pulmón, por tanto en individuos normales se obtiene una curva después de cierto intervalo que corresponde al tiempo de recirculación a través del pulmón. En casos con shunt derecha-izquierda se obtiene una curva muy precoz por paso directo del ácido a través del defecto si se inyecta en la cámara del defecto o en las anteriores a la misma. En defectos septales ventriculares se debe hacer la inyección en varios sitios, pues se puede perder la demostración del shunt si la inyección se hace en la posición de salida y el defecto es bajo.

E.- Angiocardiografía.

Es una técnica fundamental para precisar y completar los estudios hemodinámicos.

Técnica: Suficiente cantidad de contraste yodado (hasta 16 2 c.c. por Kg. de peso en ocasiones) ha de inyectarse con rapidez en las venas periféricas o en una cámara cardíaca. La

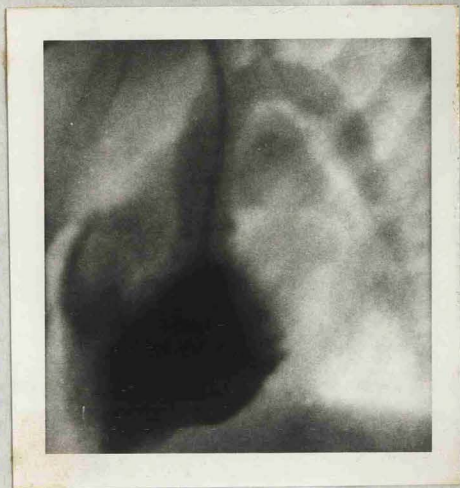


Fig. 2

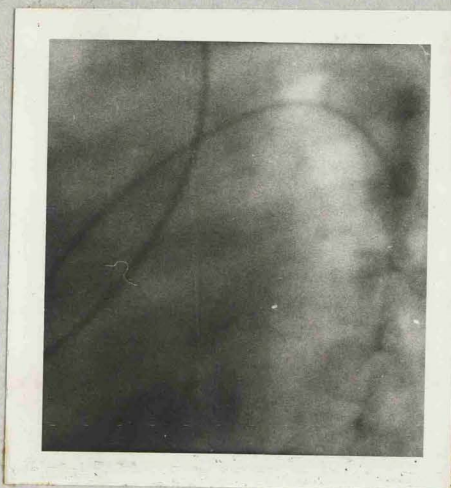


Fig. 3

Fig. 2. Angiocardiografía en proyección lateral con inyección en ventrículo izquierdo. Pase de contraste a ventrículo derecho por una comunicación interventricular. Relleno posterior de la arteria pulmonar.

Fig. 3. Trayecto del catéter por las cámaras cardíacas derechas y paso de arteria pulmonar a aorta. Inyección de contraste en la aorta.

inyección se hace a través de una aguja o preferentemente con un catéter especial sin orificio terminal y con varios orificios laterales. Se debe utilizar aparatos inyectoros de alta presión. Se pueden hacer radiografías seriadas a intervalos cortos (máximo 8 ó 12 por segundo) o bien cineangiograma utilizando películas de 16 a 35 mm. con la ayuda de un intensificador de imágenes. Con esta última técnica se pueden conseguir hasta 64 imágenes por segundo, lo que permite registrar aunque transitoriamente fenómenos casi fisiológicos.

La angiocardiografía permite demostrar casi todas las anomalías cardíacas entre ellas los defectos intracardíacos mediante la inyección a un lado del defecto, preferentemente en la cámara de mayor presión. Permite también la valoración cuantitativa aproximada del grado de shunt. De este método presentamos algunos ejemplos.

La figura 2 muestra una inyección en ventrículo izquierdo en proyección lateral izquierda y paso del contraste hacia adelante a través de un defecto septal interventricular.

La figura 3 ilustra el paso del catéter desde la arte-

sin pulsar a través de un ductus grueso a la aorta descendente que está parcialmente rellena por contraste.

Las figuras 4 y 5 muestran un shunt entre la aorta y el ventrículo derecho debido a una anomalía de la arteria coronaria derecha. Las proyecciones que corresponden a una y otra figura son la anteroposterior y la lateral.



Fig. 4 Fig. 5

Fig. 4. Aortografía en proyección AP. Dilatación de la arteria coronaria derecha con shunt a ventrículo derecho.

Fig. 5. Proyección lateral izquierda del mismo caso.

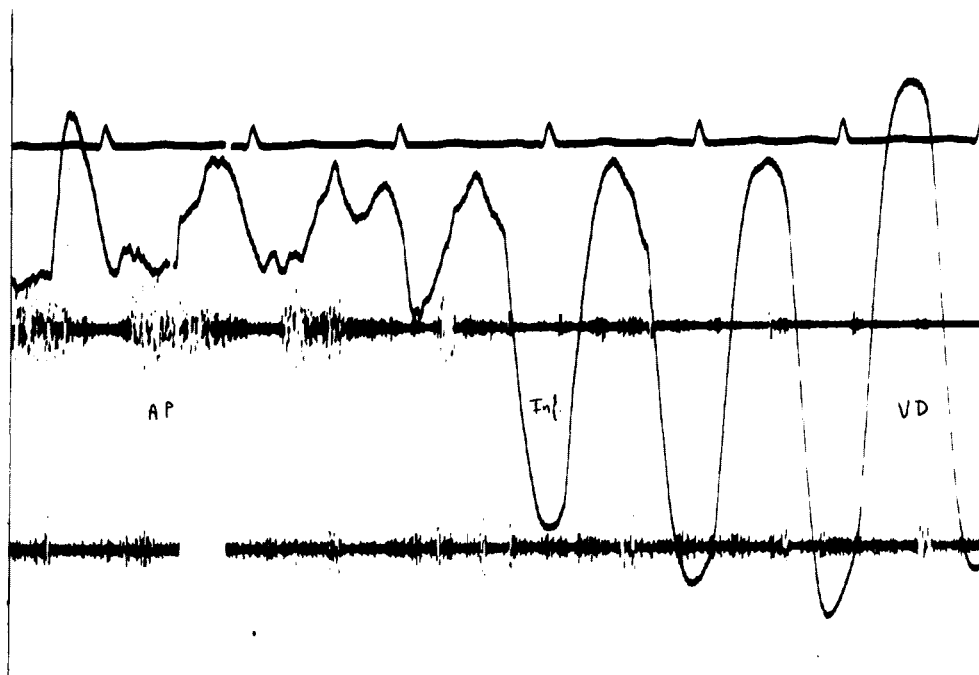


Fig. 6. Ductus arterioso persistente. Registro simultáneo del E.C.G., presiones en el paso de arteria pulmonar a ventrículo derecho. Fono intracardíaco y fono externo. El fono intracardíaco muestra soplo continuo en arteria pulmonar.

ria pulmonar a través de un ductus grueso a la aorta descendente que está parcialmente rellena por contraste.

Las figuras 4 y 5 muestran un shunt entre la aorta y el ventrículo derecho debido a una anomalía de la arteria coronaria derecha. Las proyecciones que corresponden a una y otra figura son la anteroposterior y lateral izquierda.

F.- Fono intracardíaco.

JANAKAWA (1953) (18) descubrió un micrófono que funcionando en forma de condensador registra ruidos y soplos intracardíacos y que siendo de tamaño muy pequeño puede adaptarse en el extremo de un catéter. En 1949 comienzan las investigaciones por parte de E. ALLARD y P. HANEL para la obtención del micromanómetro cuyos primeros ensayos comunica SOULIE en 1954 (27). Con este sistema se obtienen simultáneamente el fono intracardíaco y la presión. Se adapta^a un catéter que lleva otra luz con orificio a 15 mm. del final para extracción de muestras de sangre para oximetría y registro adicional de presión. El registro de los sonidos por el micromanómetro muestra un descenso en la amplitud de las vibraciones transmiti-

das que sigue una curva exponencial en relación con la distancia, a 4 cms. la amplitud es solamente un 10% de su intensidad en el lugar donde se origina.

En casos con shunt izquierda-derecha del tipo ductus o comunicación interventricular se registra el soplo correspondiente mediante el micromanómetro en la cámara que recibe el shunt (arteria pulmonar en el ductus y ventrículo derecho en la comunicación interventricular). Aunque el soplo correspondiente puede registrarse en la misma cámara, la intensidad disminuye al alejarse del punto donde tiene lugar el shunt.

La figura 6 que corresponde a un enfermo con ductus muestra un registro simultáneo de dos fonocardiogramas, el inferior corresponde al externo, el superior es el registrado en arteria pulmonar y ventrículo derecho mientras se retira el fonocatéter hasta esta última cámara. El registro simultáneo del electrocardiograma y de la presión (curvas 1ª y 2ª) nos determina la fase del ciclo cardíaco y la posición exacta del fonocatéter. El fonocardiograma intracardíaco registra un soplo continuo en la arteria pulmonar que no aparece en el ventrículo derecho.

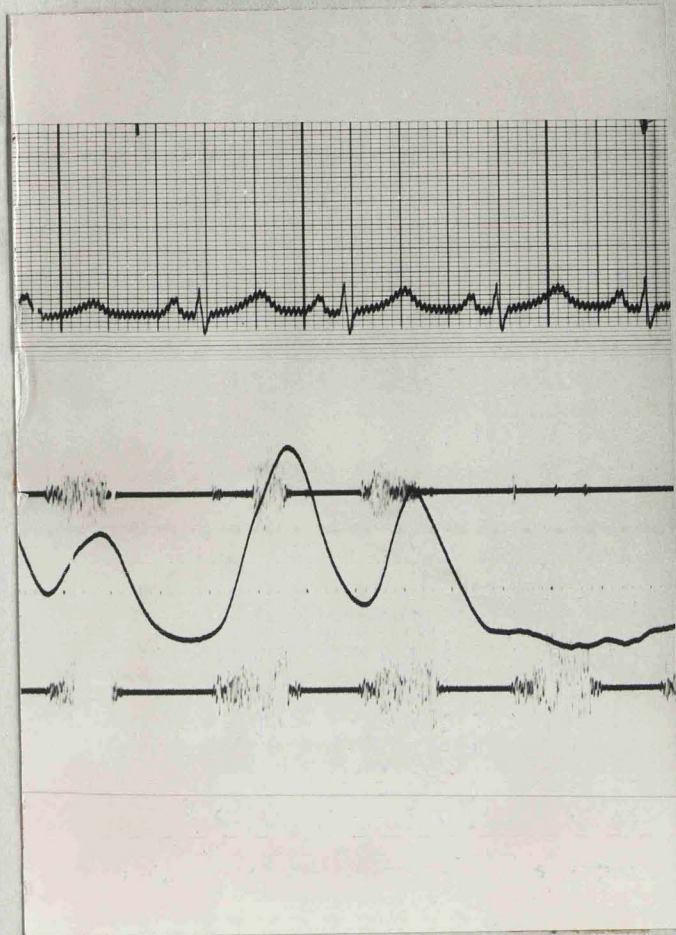


Fig. 7. Comunicación interventricular. Registro del E.C.G., Fono intracardíaco. Presiones en el paso de ventrículo de recho a aurícula derecha y fono externo. El Fono intracardíaco muestra soplo pansistólico en el ventrículo derecho.

La figura 7 corresponde a un enfermo portador de una comunicación interventricular. Los cuatro registros simultáneos corresponden, como antes, al electrocardiograma fono intracardíaco, presiones en el paso del ventrículo derecho a aurícula derecha y fonocardiograma externo. El fonocatéter situado en ventrículo derecho registra un soplo pansistólico que no aparece al pasar a la aurícula derecha.

Técnica del hidrógeno con electrodo de platino.-

a) Fundamentos.

CLARK (1956) comunicó en el congreso de fisiología de Bruselas que el cloruro de platino depositado por electrólisis sobre un electrodo de platino, tiene la propiedad de reaccionar con la sangre tratada con hidrógeno produciéndose potenciales de hasta 300 mv, que son fáciles de medir. El hidrógeno molecular al reaccionar con el cloruro de platino se ioniza dejando libres dos electrones por cada molécula:



Los electrones libres crean un potencial negativo que se puede detectar con un potenciómetro de registro. El potencial creado es función de la presión parcial del hidrógeno en la su perficie del electrodo y en su vecindad.

b) Aplicaciones en cardiología.

CLARK (7) publica tres años despues de su comunicación original una posible aplicación en cardiología de sus experimentos. El hidrógeno inhalado pasa a través de los alveólos a la sangre de las venas pulmonares y posteriormente a las cámaras cardíacas izquierdas y circulación arterial. Al no ser detenido por los tejidos vuelve por el sistema venoso y es expulsado completamente por el pulmón. Si colocamos en una cámara derecha un catéter-electrodo preparado con cloruro de platino, se puede detectar el tiempo que tarda el hidrógeno inhalado en llegar a dicha cámara después de circular por el organismo. En individuos normales este tiempo es de unos 10 segundos. En caso de existir una comunicación intracardíaca con shunt izquierda-derecha, el hidrógeno pasa por ella y alcanza el electrodo intracardíaco en un tiempo muy breve (menos de 4 segundos).

c) Sistema de registro.

En principio se usó un potenciómetro de registro que mide la diferencia de potencial entre el catéter electrodo intracardíaco y un electrodo situado en la piel. El electrodo intracardíaco va conectado al polo negativo (ánodo) y el electrodo de piel al positivo. La diferencia de potencial existente es mínima (unos 1,4 voltios, por lo que se administraba por medio de una batería pequeña dosis de potencial al electrodo intracardíaco para hacer más fácil la lectura.

Al llegar el hidrógeno se crea a nivel del electrodo intracardíaco cierto potencial negativo que desplaza la línea isoelectrónica.

d) Modo de dar el gas.

Se daba en principio mediante un adaptador de boca de los usados para espirometría. En niños es suficiente usar una máscara pegada a la cara del paciente. En ambos casos el hidrógeno contenido en una bolsa de goma es respirado por el enfermo.

e) Señalización de la entrada de gas.

Se utilizó primero un catéter nasal con electrodo de platino preparado de la misma forma que el electrodo intracardíaco y que conectado al sistema de registro señala el momento exacto de entrada del gas en el mismo papel donde se va a registrar la curva de hidrógeno.

f) Avances en la técnica de registro.

Gran simplificación del método tiene lugar en 1962 cuando ARCASOY (2) empieza a usar el electrocardiógrafo en lugar del potenciómetro de registro. Si se utiliza un sólo electrodo se puede conectar a una derivación precordial que permite además localizar por electrocardiografía intracardíaca la posición del catéter.

Hipótesis de trabajo.

Después de habernos familiarizado con la técnica de la localización de los shunt intracardíacos con electrodo de platino e hidrógeno como indicador, durante nuestra estancia en el London Hospital de la Universidad de Londres, donde se reg

lizaba con frecuencia ROBINSON (24), hemos pensado en introducir este método diagnóstico en nuestra clínica universitaria (Hospital Clínico de Madrid).

1.) Causas que me inclinaron a ensayar esta técnica y a elegir la como tema de mi tesis doctoral:

- a) La comprobación realizada por DICKERSON (1965) (10) de la no existencia de riesgos en el uso del gas hidrógeno cuando se cubren unas premisas mínimas.
- b) No hay posibilidad de electrocución cuando se usa buena tierra y común para todos los aparatos.
- c) La comprobación mediante la revisión de la literatura cardiológica mundial de que los grandes centros utilizan y ensalzan las ventajas de esta técnica: (4), (7), (12), (21), (24), (29), etc.
- d) Disponer de un laboratorio completo de hemodinámica donde podemos hacer comprobación del diagnóstico correcto del enfermo con otras técnicas, en la mayoría de los casos.
- e) Disponer del laboratorio de investigación experimental del hospital y de la colaboración de cirujanos para

practicar cirugía torácica en perros.

f) Por tratarse de un método sencillo que proporciona resultados diagnósticos inmediatos.

g) Por tratarse de una técnica que no supone ninguna instalación especial, aparte del equipo normal de hemodinámica cardíaca.

2). Después de valorar y criticar los apartados previos y contando con la ayuda y consejo del Prof. Dr. D. JOSE CASAS SANCHEZ y del Dr. D. PEDRO ZARCO, hemos planteado el trabajo en la forma siguiente:

- 1.- Estudiar el número de enfermos sin evidencia de shunt intracardíaco que sirva de control de la utilidad de la técnica.
- 2.- Estudiar con hidrógeno por inhalación otro grupo de enfermos con probable shunt izquierda-derecha.
- 3.- Dar hidrógeno en solución mediante inyección en camaras cardíacas derechas para estudiar comparativamente enfermos sin shunt derecha-izquierda con los que se presenta este tipo de cortocircuito.
- 4.- Repetir estos experimentos en el laboratorio de in

vestigación después de la creación de cortocircuitos experimentales y comprobar los resultados cuando se cierra el cortocircuito.

5.- Iniciar los experimentos para el diagnóstico de las insuficiencias valvulares con la solución de hidrógeno inyectando en la cámara de más presión y registrando en la cámara previa.

- XI -

MATERIAL

CUADRO I

Caso nº	Inicia les.	Cateterismo			Cine	Fono Intr.	Diagnóstico	H I D R O G E N O		
		Nº	Dº	Iº				Inhala. (Shunt)	Lugar de Inyec.	Situación del Electrodo
1	O.G.D.	237	+	+	No	No	E.M.	Sí (-)	Vena Brazo	AP, AD A.Braquial.
2	T.G.A.	238	+	+	No	No	E.M. + Cor. Pul.	Sí (-)	AD	AP, AD A.Braquial.
3	D.M.S.	239	+	+	Sí	No	Ductus.	Sí (+)	Vena Brazo	AP, VD, AD A.Braquial.
4	J.L.Z.	240	+	+	Sí	No	Tumora. Extravas.	Sí (+)	—	PCP AP, AD A.Braquial.
5	L.P.B.	241	+	+	No	No	Cor. Pul. HT Sistem.	Sí (-)	—	AP, AD A.Braquial.
6	T.S.P.	246	+	+	Sí	No	E.M. I.A.	Sí (-)	—	PCP AP VDAD A.Braquial.
7	J.G.G.	248	+	+	Sí	No	Miocardio.	Sí (-)	—	AP AD VCS A.Braquial.
8	A.C.R.	250	+	+	Sí	No	I.M. I.A. I.T.	Sí (-)	—	PCP AP VD AD A.Braquial.
9	M.F.G.	252	+	+	Sí	No	I.M.	Sí (-)	—	PCP AP VDAD A.Braquial
10	F.M.M.	253	+	+	Sí	No	Truncus	No	Vena Brazo	A.Subclavia
11	C.C.C.	259	+	+	No	No	I.M.	Sí (-)	—	PCP AP AD A.Braquial.
12	Y.E.M.	263	+	+	Sí	No	E.M.	Sí (-)	—	AP, VD A.Braquial.
13	E.P.M.	265	+	+	Sí	No	E.M. I.P. E.T. I.T.	No	V.D.	AD VCS A.Braquial.
14	M.O.J.	267	+	-	Sí	Sí	C.I.V.	Sí (+)	—	AP, VD, AD, VCS

CUADRO II

Caso nº	Inicia- les.	Cateterismo			Cine	Fono Intr.	Diagnóstico	H I D R O G E N O		
		Nº	Dº	Iº				Inhala. (Shunt)	Lugar de Inyec.	Situación del Electrodo
15	N.S.A.	371	+	+	Sí	No	E.M.	Sí (-)	—	AP VD AD
16	F.B.C.	274	+	-	Sí	Sí	E.M. E.T. (I.T.)	No	AP VD	VD AD
17	D.R.M.	277	+	-	Sí	No	Tumora. Extravas.	Sí (-)	—	AP VD
18	A.M.M.	279	+	-	NO	Sí	C.I.A. (O.S.)	Sí (+)	—	AP VD AD VCS
19	L.C.C.	281	+	-	Sí	Sí	E.P.	Sí (-)	—	AP VD AD
20	A.C.G.	286	+	-	NO	Sí	C.I.A. (O.S.)	Sí (+)	—	AP VD VCS
21	G.G.C.	290	+	-	Sí	Sí	Ductus C.I.V.	Sí (+)	—	AP VD AD
22	S.M.A.	297	+	-	Sí	No	C.I.V.	Sí (+)	—	AP VD y AD
23	A.M.B.	300	+	+	Sí	No	C.I.A. (O.S.)	Sí (+)	—	AD AI y VCS
24	F.L.M.	328	+	-	Sí	No	C.I.V.	Sí (+)	—	AP VD AD
25	J.A.C.	337	+	+	No	No	Fallot.	Sí (+)	—	AP, VD AD
6	J.G.C.	340	+	+	Sí	No	I.M. I.A.	Sí (-)	—	PCP y AP
7	M.L.M.	343	+	-	Sí	No	C.I.V.	Sí (+)	—	PCP, AP VD, AD

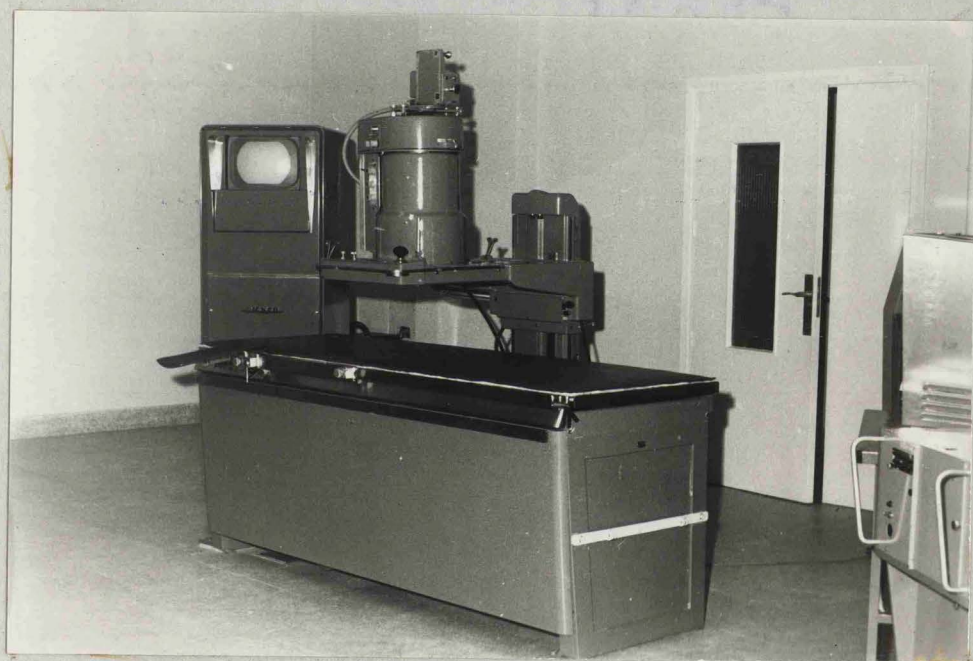
CUADRO III

Caso nº	Inicia les	Cateterismo			Cine	Fono Intr.	Diagnóstico	H I D R O G E N O		
		Nº	Dº	Iº				Inhala. (Shunt)	Lugar de Inyec.	Situación del Electrodo
28	J.R.G.	345	+	-	Sí	No	HT.P. Idiopática.	Sí (-)	—	PCP AP, VD, AD
29	C.P.M.	350	+	+	No	No	C.I.A. (O.S.)	Sí (+)	—	PCP AP VD VCS
30	M.R.M.	354	+	-	Sí	No	Ductus.	Sí (+)	—	AP VD AD
31	M.C.A.	355	+	+	Sí	No	E.M., I.M. I.T.	No	V.C.S.	Ao
32	C.G.R.	357	+	+	Sí	No	C.I.V. EP EP Perifer.	Sí (+)	AP VD AD VCS	AP VD AD y Art. Sub.
33	J.V.M.	358	+	-	No	No	E.M.	No	Vena Brazo	AD
34	F.M.D.	360	+	+	No	No	E.M. I.A. I.T.	No	VCS AD VD AP	Ao y AP VD AD VCS
35	C.G.L.	367	+	+	No	No	C.I.A. (O.S.)	Sí (+)	—	AP-VD AD-VCS
36	R.M.E.	370	+	+	Sí	No	C.I.A. (O.P.)	Sí (+)	—	AP.VD.AD VCS
37	A.R.T.	371	+	+	No	No	HT. Pul. Primaria.	No	AP.VD AD y VCS	Ao
38	A.G.F.	373	+	+	Sí	No	C.I.V. (Eisenmerger)	Sí (+)	—	AP, VD, AD

A. Enfermos Estudiados.

Para este trabajo hemos dispuesto del equipo del laboratorio de hemodinámica del departamento cardipulmonar del Hospital Clínico y del laboratorio experimental del mismo hospital. Hemos seleccionado un número de 38 enfermos entre los 138 que fueron sometidos a estudio hemodinámico en nuestro departamento durante el período comprendido entre el 14 de octubre de 1965 y el 8 de abril de 1968. Los cuadros I, II y III agrupan los 38 enfermos estudiados que han sido enviados por varias cátedras del hospital con la siguiente contribución: Prof. CASAS 17, Prof. de la FUENTE CHAOS 8, Prof. BERMEJILLO 6, Prof. GILSANZ 2, Prof. MARTIN LAGOS 2, Prof. DIAZ RUBIO 2, Prof. VARA 1.

En los cuadros (I, II y III) aparece en la primera columna el número de orden por el que han sido investigados los enfermos. En la 2ª columna están las iniciales del enfermo. En las tres siguientes aparece el número de cateterismo según los archivos del departamento y el tipo de cateterismo (derecho y / o izquierdo). En las dos que siguen están señalados los casos a los que se practicó estudio cineangiocardiógráfico y fonocardiograma intracardíaco. Se consigna después el diagnóstico de cada enfermo según el cómputo final de todos



**Fig. 8. Sistema de intensificador de imágenes con televisión
y cine.**

los datos del cateterismo y la confirmación en varios mediante la intervención quirúrgica o la necropsia. Las tres últimas columnas agrupan datos relativos a la técnica especial que nos ocupa: En la primera están señalados los enfermos a los que se dió hidrógeno por inhalación y debajo con un signo (+) se consignan los casos en que se demostró shunt. Si se hizo inyección de suero con hidrógeno aparece en la columna siguiente el lugar donde se practicó y finalmente en la última columna están las posiciones en que se colocó el electrocatéter de registro. Cuando se registró en una arteria sistémica además de las cámaras cardíacas derechas, generalmente se hizo con dos electrocatéteres simultáneamente.

En el laboratorio de investigación hemos practicado shunt experimental en tres perros y hemos comprobado las alteraciones que se producían durante el funcionamiento de dicho shunt.

B. Laboratorio de hemodinámica cardíaca.

El departamento central de exploración cardiopulmonar consta de los siguientes aparatos:

1.- Equipo de fluoroscopia. Se ha utilizado un sistema de circuito cerrado de televisión de la casa RCA-Conrac con pantalla de 17 pulgadas (Fig. 8).

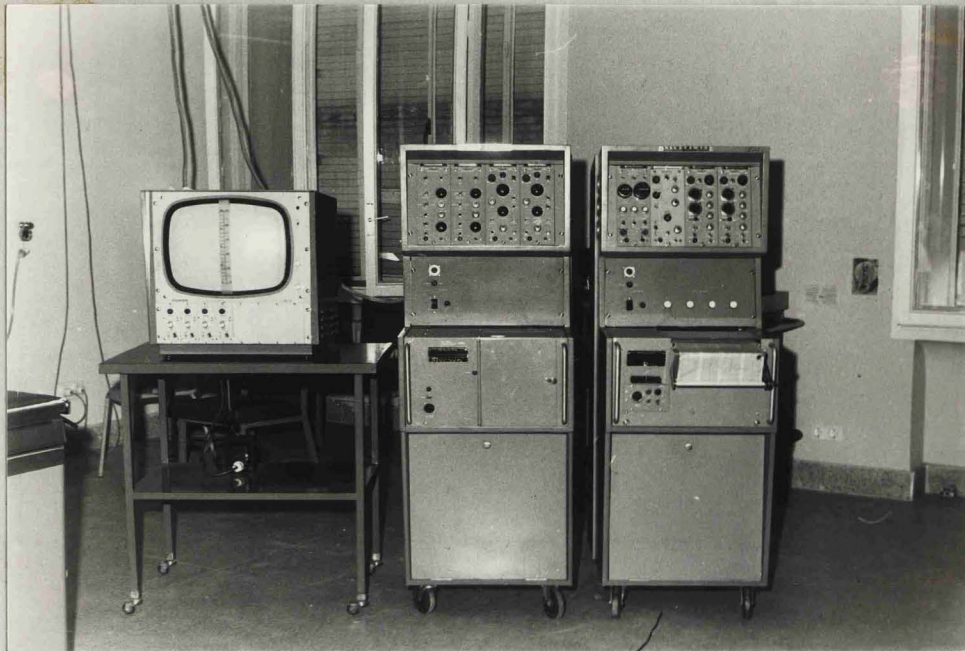


Fig. 9. Sistemas de registro y cardioscopio gigante.

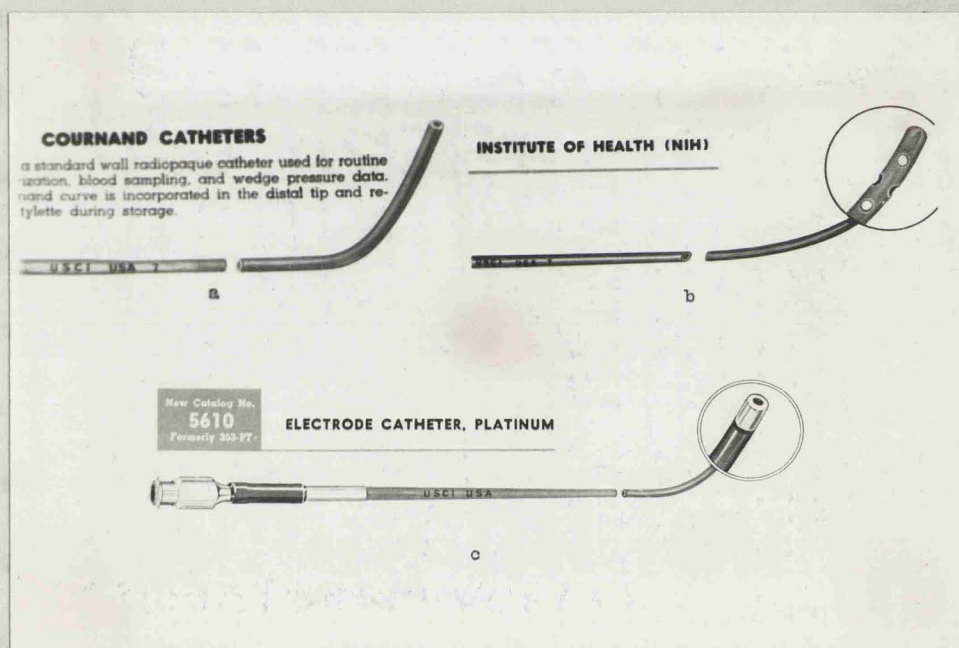


Fig. 10. Algunos de los catéteres utilizados: En c) se muestra el catéter electrodo de platino.

2.- Sistema de registro. Hemos usado un equipo de inscripción fotográfico Samborn, modelo 564 (fig. 9) de cuatro canales y velocidad de papel de 2,5 a 100 mm. seg. Se empleó uno o dos canales para electrocardiografía y uno para registro de la presión en la cámara donde se hallaba un electrodo intracardíaco. Generalmente se ha prescindido del 4º canal o bien se utilizó como medio de señalar la entrada del gas al producir selectivamente un desplazamiento de la línea base. El equipo de registro está conectado a un megascopio gigante que nos permite elegir el momento de dar el hidrógeno cuando la línea base del electrocardiograma era estable y observar el resultado inmediato de la prueba. El aparato dispone de otros accesorios para realización de fono intracardíaco y externo, apexcardiograma, etc. Dispone también de un marcador que se ha utilizado generalmente para señalar la entrada del gas al ser activado mecánicamente por la enfermera. El registro se hace a velocidad de papel de 5 ó 10 mm. seg.

3.- Catéteres. Se han utilizado los catéteres habituales para cateterismo cardíaco: Catéteres Cournard para cateterismo derecho (Fig. 10 a.). Lehman para cateterismo izquierdo retrógrado

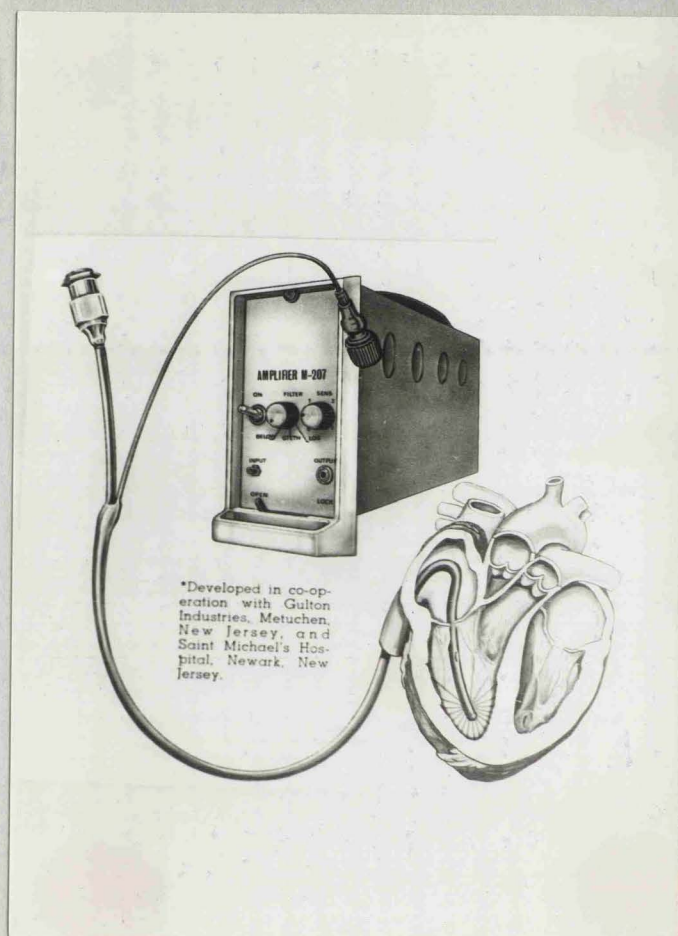


Fig. 11. Sistema de Fono Intracardíaco.

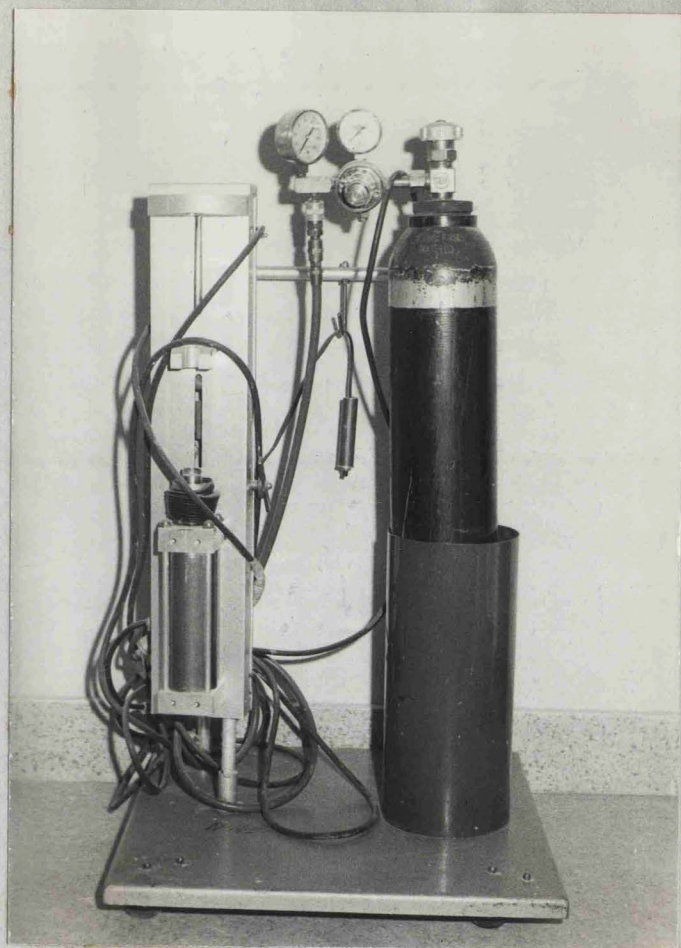


Fig. 12. Bomba para inyección a presión del contraste.

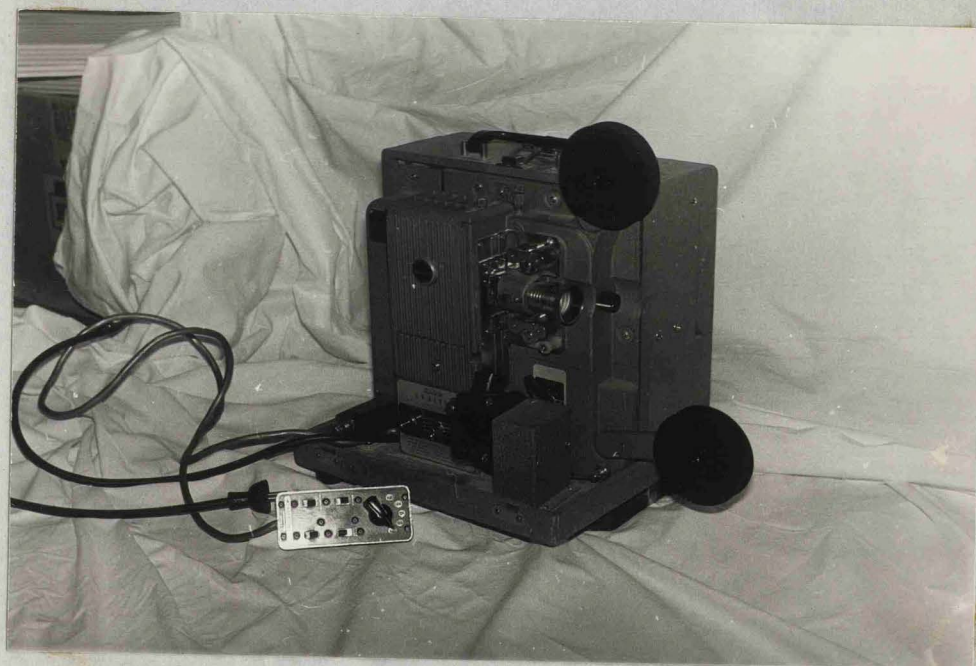


Fig. 13. Proyector de películas de 16 mm.

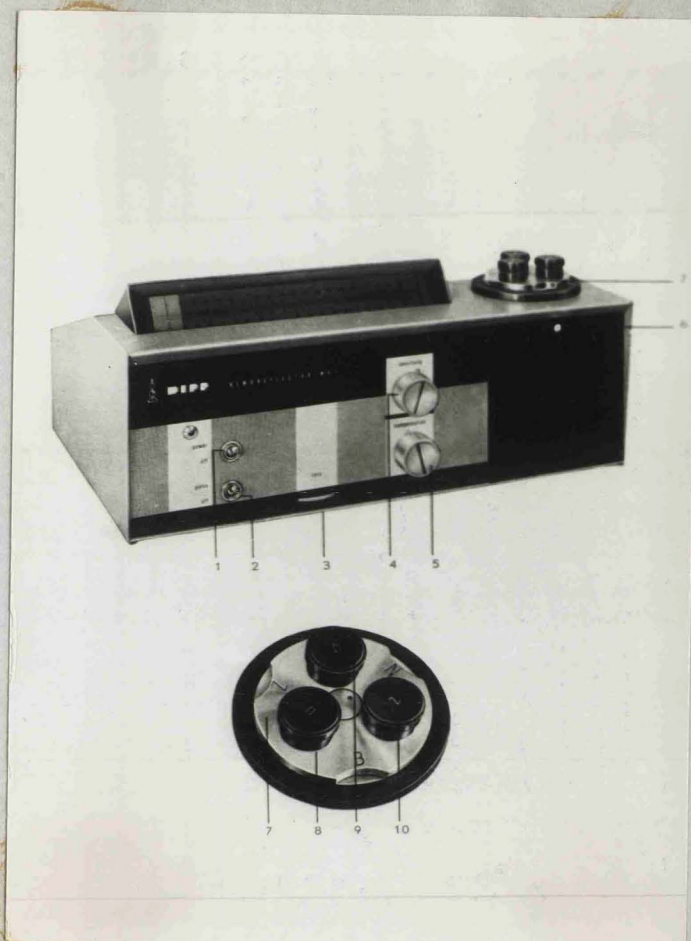


Fig. 14. Oxímetro para determinar la saturación sanguínea de oxígeno.

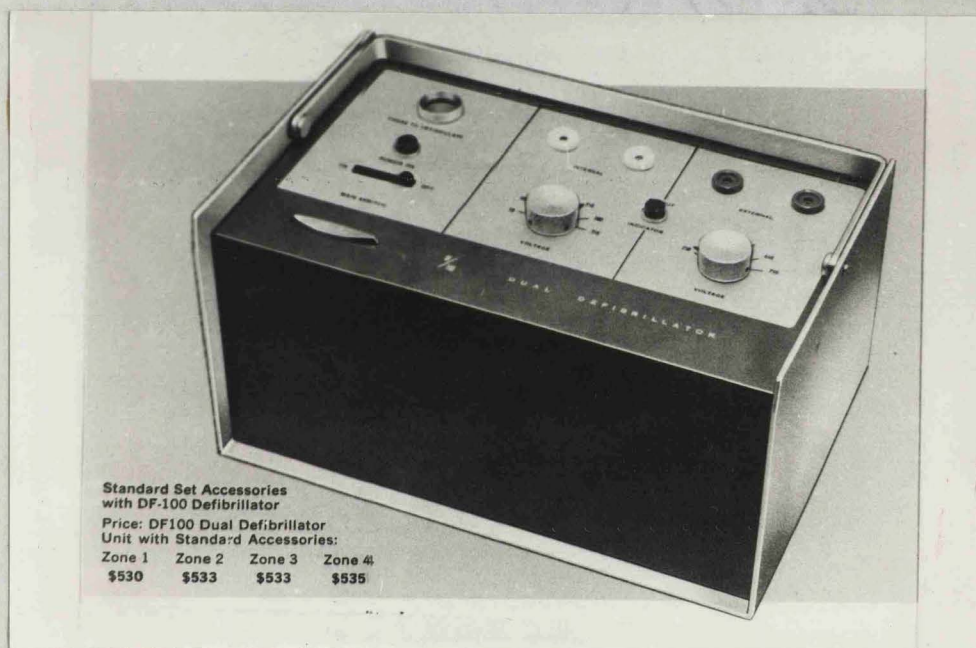


Fig. 15. Desfibrilador de corriente alterna.

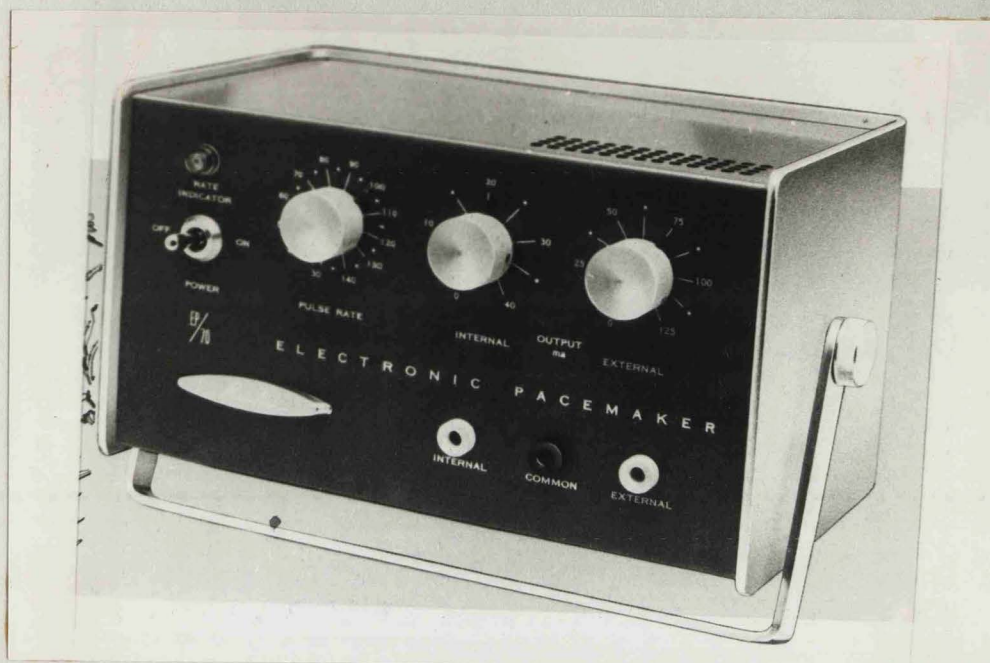


Fig. 16. Marcapaso externo.

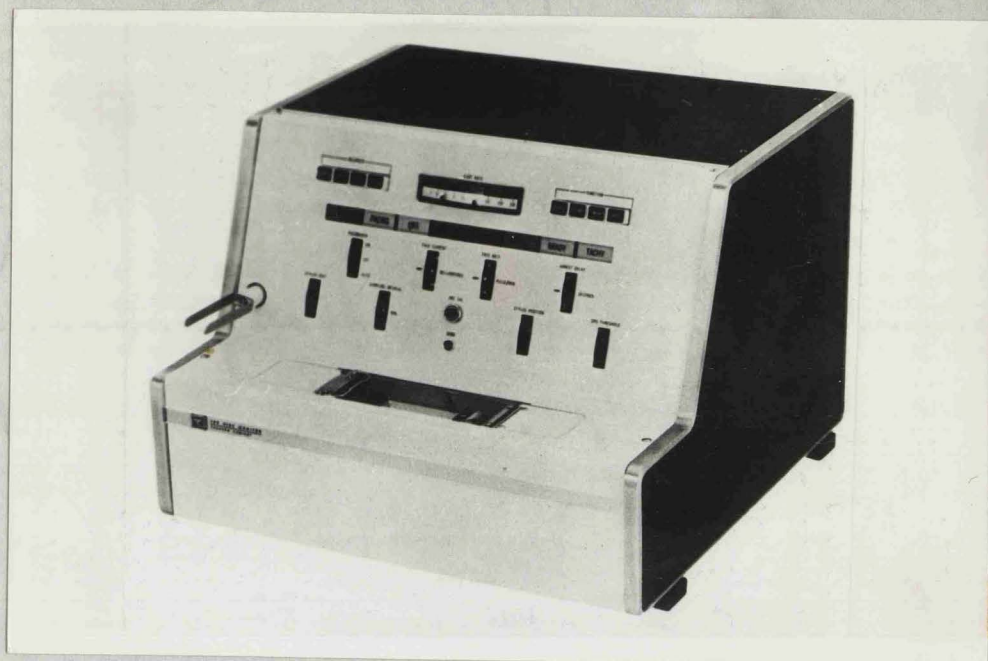


Fig. 17. Unidad de vigilancia con sistema de alarma y sarcopaseo.

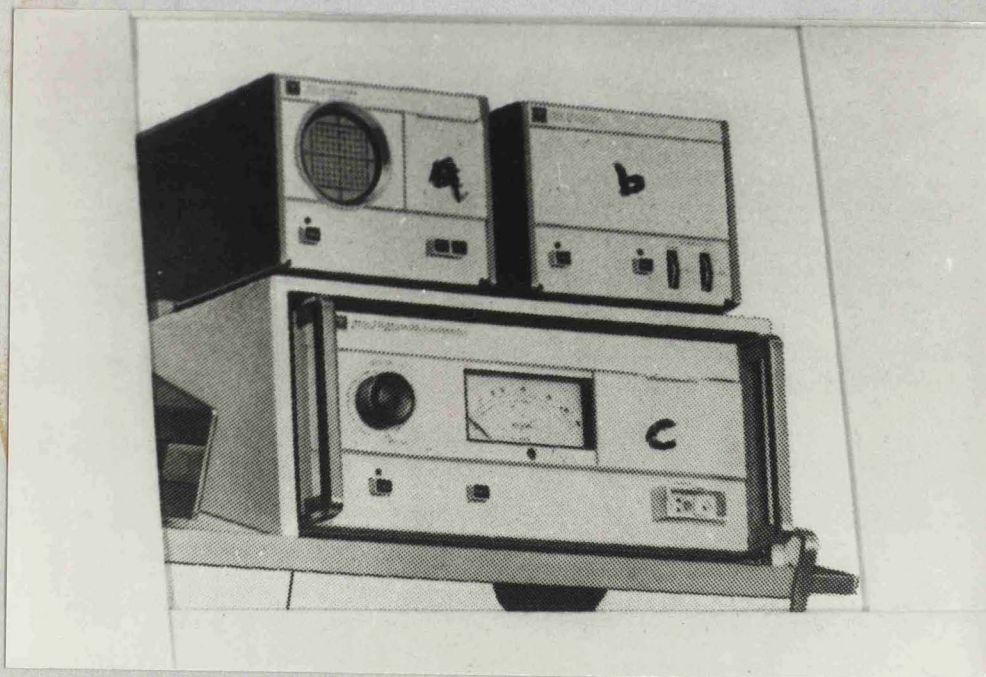


Fig. 18. Cardioscopio (a), y desfibrilador (c) de corriente continua.

y ventriculografía, NIH para angiocardiografía.

4.- En algunas ocasiones se ha utilizado el sistema de fono intracardíaco de la casa Samborn (Fig. 11), mediante microfo no incorporado al sistema terminal de un catéter nº 8, que lleva un orificio lateral a unos mm. del extremo final para poder sacar muestras de sangre y registrar la presión.

5.- Equipo de angiocardiografía. Esta formado por una cámara de cine de 16 mm. de la casa Picker incorporada a un intensificador de imágenes que puede registrar hasta 40 imágenes por segundo. La inyección del contraste se hace con bomba inyectora modelo Phelan MFG corp. (Fig. 12) con capacidad de 100 c.c. y fuerza inyectora de 100 libras de presión. La proyección posterior de la película se hace con el proyector de la casa Kodak tipo Anayst, modelo C (Fig. 13).

6.- Equipo para medir la saturación sanguínea de oxígeno. Se utiliza el oxímetro Kipp, modelo MO1 (Fig. 14). Las muestras de sangre se recogen en jeringas de 5 c.c., y la determinación se efectúa en lugar próximo y simultáneamente a la práctica del cateterismo.

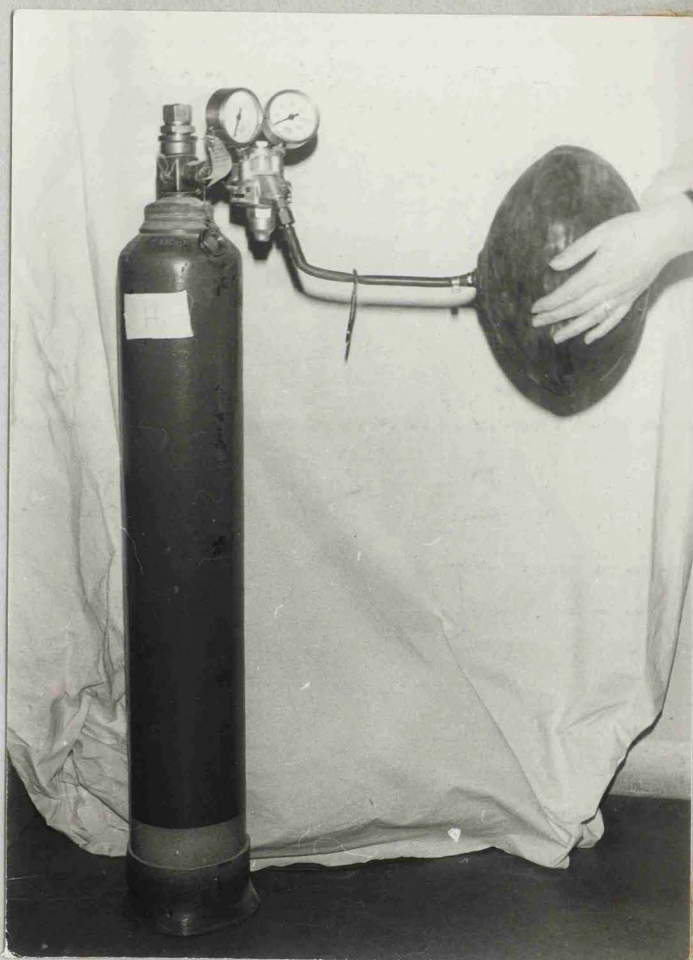


Fig. 19. Bola de hidrógeno y balón de goma con capacidad para una exploración completa.

7.- Equipo de reanimación cardíaca. Este equipo estaba conectado durante toda la exploración para posible utilización de emergencia. Teníamos el desfibrilador de corriente alterna modelo Burdick D 100 (Fig. 15) y marcapaseo Burdick modelo EP 70 (Fig. 16), que posteriormente se cambió por la unidad completa de desfibrilador, marcapaseo y sistema de alarma de la casa Sarnbom compuesta por los modelos 780-3 y 780-18 (Fig. 18), 780B-B (Fig. 17) y 780-2A.

C.- Equipo especial para esta técnica.

Aparte de la instalación del departamento de hemodinámica que acabamos de describir hemos utilizado el material siguiente:

1) Bala con hidrógeno servida por la Sociedad Española de Oxígeno. (Fig. 19). Tiene válvula de cierre y se acopla un manorreductor que a su vez también lleva otra válvula de seguridad. De esta forma está asegurado que no haya fugas de gas. La bala se mantiene almacenada en lugar apartado, ventilado y fuera de manipulaciones innecesarias.

2) Balón de goma de varios litros de capacidad, donde se recoge gas suficiente para una exploración completa (Fig. 19).

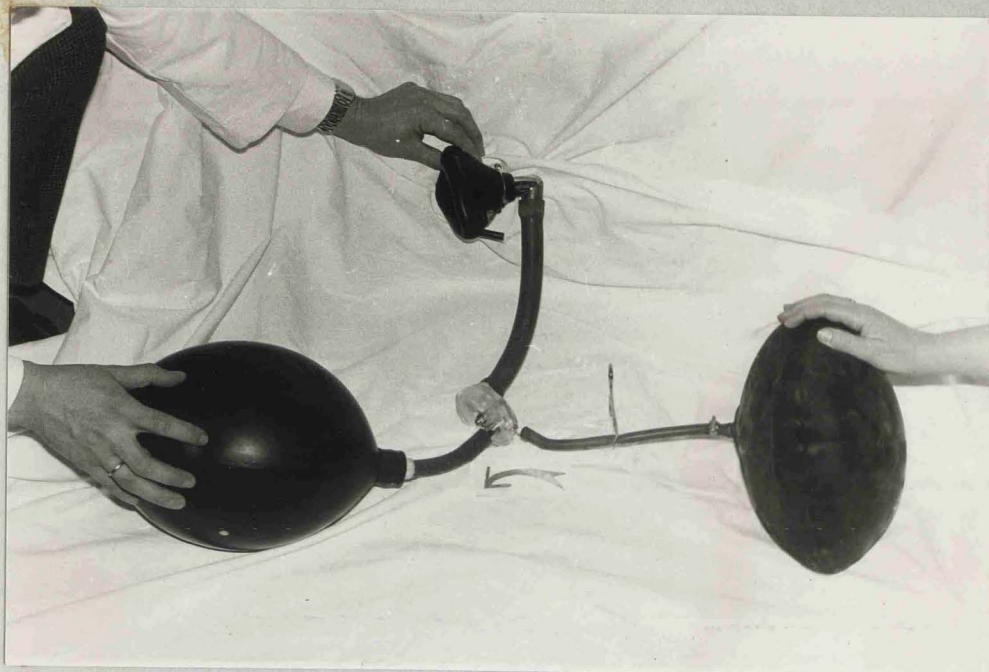
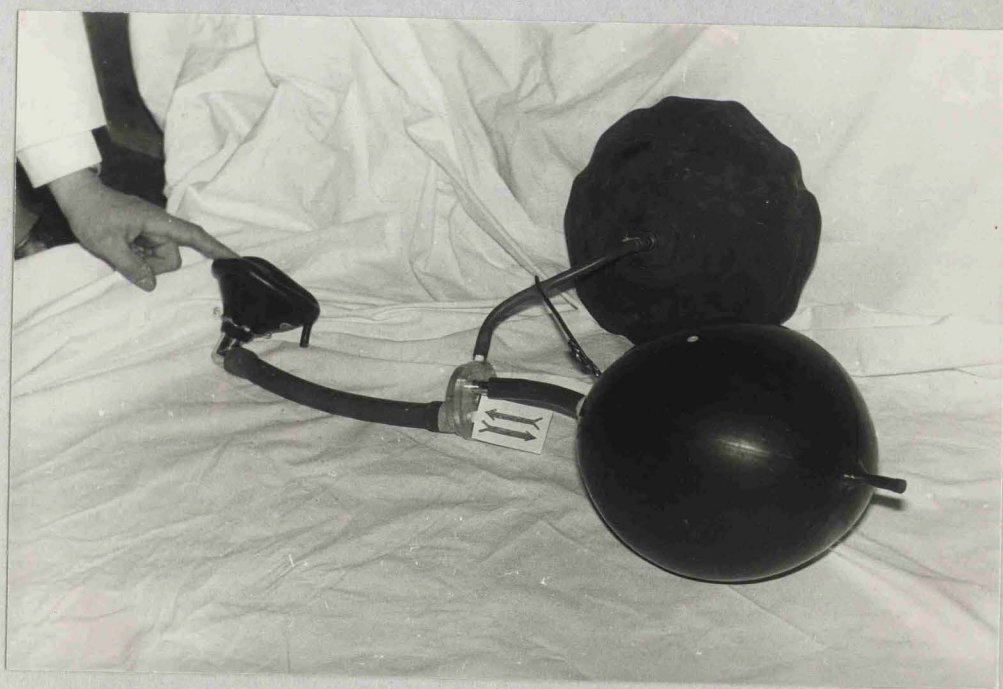


Fig. 20. Válvula de dos pasos comunicando el balón de goma
con la bolsa de anestesia.



**Fig. 21. La misma figura anterior comunicando la máscara facial
con la atmósfera.**

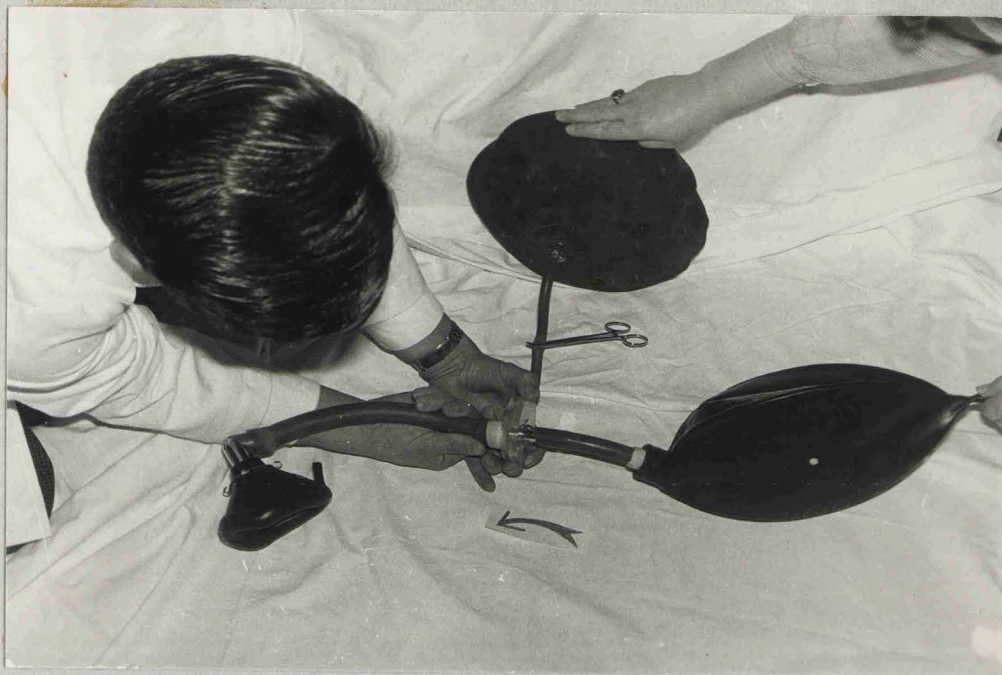


Fig. 22. Comunicación de la máscara facial con la bolsa de anestesia.

3) Bolsa de anestesia de pequeño contenido a la que se pasa del balón pequeña cantidad de gas para cada prueba. (Fig. 20).

4) Válvula de dos pasos con una alargadera adaptada a una máscara facial por la que respira el enfermo o bien al tubo endotraqueal en enfermos anestesiados. La válvula tiene dos posiciones: En una de ellas el enfermo respita aire de la habitación (Fig. 21). En la otra queda en comunicación con la bolsa de anestesia que contiene hidrógeno (Fig. 22).

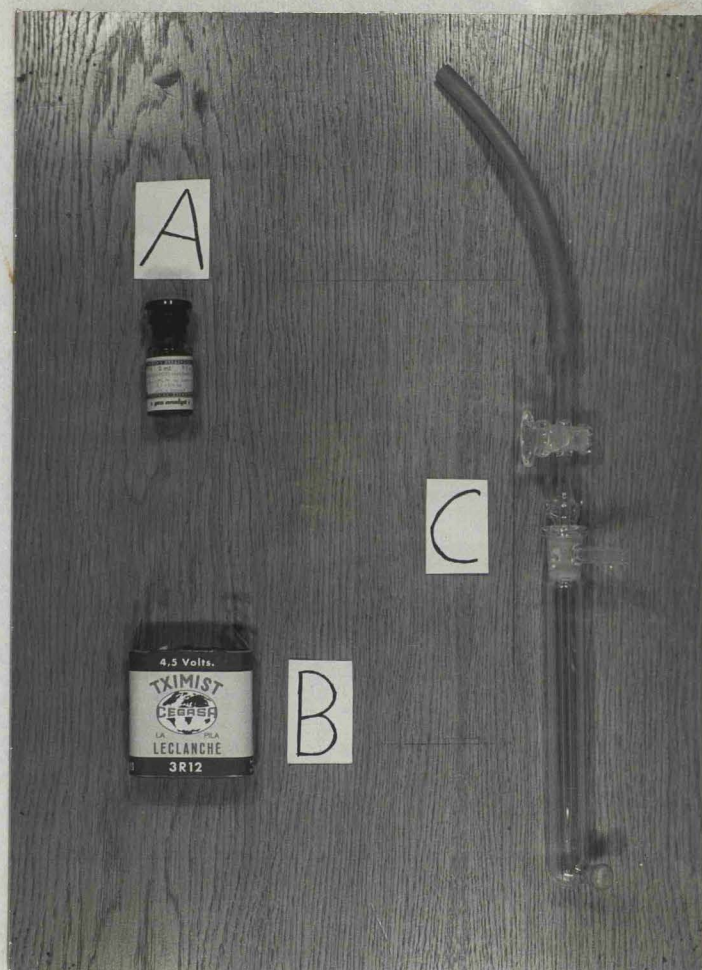
5) Electrocatéter. Se han utilizado los números 5, 6 ó 7 según el calibre de la vena. Lleva un anillo de platino de unos mm. de su extremo distal. (Fig. 10, C).

6) Solución de cloruro de platino al 5%. (Fig. 23, A).

7) Una pila normal de linterna de 4,5 voltios. (Fig. 23, B).

8) Un tubo de cristal que se utiliza para saturar suero fisiológico con hidrógeno en condiciones estériles. (Fig. 23, C).

El tubo tiene 3 salidas: Una superior, a la que se conecta una alargadera por donde llega el gas, una inferior que se cierra con un tapón de goma y por la que se pasa a una jeringa el suero saturado al pinchar el tapón con aguja estéril y una terce-



223. Solución del cloruro de platino (A), pila normal de linterna (B) y tubo especial de cristal para saturación de suero en condiciones estériles (C).

ra próxima a la parte superior que da salida al gas sobrante. La entrada del gas se realiza a través de una conducción fina de cristal que llega hasta la parte inferior del tubo, ascendiendo el gas hacia la parte superior por donde sale el sobrante.

D. Técnica seguida durante el cateterismo.

La técnica seguida fue la siguiente: Estudio clínico del enfermo, que incluye historia y exploración, electrocardiograma y fonocardiograma, estudio radiológico del tórax. Con el enfermo en ayunas se practica cateterismo cardíaco derecho rutinario por vena mediana basilica derecha o por la safena. Se recogen las presiones y muestras de sangre de la arteria pulmonar, capilar pulmonar y cámaras cardíacas derechas. Electrocardiograma intracardíaco y al mismo tiempo se realiza la técnica especial con electrocatéter sensible al hidrógeno que se da por inhalación. Se registra primero con el catéter en la arteria pulmonar o en capilar pulmonar, después en la porción de salida y entrada del ventrículo derecho, en aurícula derecha y en venas cavas. La velocidad del papel preferida fue de 5 ó 10 mm. seg. Finalmente se hacía cuando estaba indicado cineangiocardigrafía selectiva. En 6 casos se hizo fonocardiograma intracardíaco en cáma-

INYECCION DE SUERO SATURADO CON H₂

LUGAR DE LA INYECCION	LUGAR DE REGISTRO	
VENA PERIFERICA -----	A D	2
SISTEMA VENOSO -----	ARTERIA SISTEMICA	5
VENA PERIFERICA -----	A D y ARTE. SISTE.	1
CAMARAS INTRACARDIACAS -----	CAMARA INTRACARDIA. PREVIA.	1
VENA PERIFERICA Y CAMARA INTRACARDIA. -----	ARTERIA SISTEMICA y CAMARA INTRACAR. PREV.	2
Total		11

Fig. 24. Enfermos estudiados con inyección de suero saturado con hidrógeno.

ras derechas. En la mayoría se hacía entonces cateterismo izquierdo retrógrado por arteria braquial derecha para registro de presiones y análisis de la saturación de oxígeno de la sangre del ventrículo izquierdo y aorta. En algunos casos se colocaba un electrocatéter en arteria sistémica para registro de curvas de hidrógeno, lo que permitía, aparte de comprobar la sensibilidad del catéter, realizar registro simultáneo con las curvas que se obtienen en cámaras derechas. En 11 enfermos se hizo inyección de suero con hidrógeno (cuadro de la fig. 24) para detectar un posible shunt derecha-izquierda, para medir el tiempo de circulación en el sistema venoso o para demostrar insuficiencia de las válvulas tricúspides o pulmonar.

- III -

RETOROS

TECNICA DE HIDROGENO CON ELECTRODO DE PLATINO

a) Manejo del hidrógeno y modo de dar el gas.

Se utiliza hidrógeno puro facilitado por la Sociedad Española de Oxígeno en una bala especial que no contenga previamente oxígeno. Para cada sesión se llena un balón de goma con capacidad para varios litros y que se tiene al alcance en la sala de cateterismo durante la exploración. Utilizando la válvula de dos pasos se llena la bolsa de anestesia con gas para cada registro (Fig. 20). En la posición que se muestra en la Fig. 21, el enfermo puede respirar aire de la habitación a través de la máscara facial. En la posición de la Fig. 22 se ha hecho un giro rápido a la válvula, de modo que la primera inspiración se hace a expensas del gas contenido en la bolsa de anestesia. La válvula se gira a continuación quedando el enfermo de nuevo en contacto con la atmósfera (Fig. 21).

b) Preparación del electrocatéter.

Para preparar el electrocatéter se utilizó una batería de 4 voltios (Fig. 23, B) a cuyos polos se conectan dos catéteres que se van a preparar sucesivamente. El terminal de platino de ambos catéteres se introduce en la solución de clo

ruro de platino al 5%. El electrodo que primero está conectado al polo negativo de la batería se va poniendo de color negro por depósito del cloruro de platino. Cuando esto se consigue se invierte la conexión de los electrocatéteres con la batería hasta que el otro terminal está también ennegrecido. El cloruro de platino depositado se mantiene durante varias semanas aunque se seque el catéter, se lave, esterilice o meta en alcohol al 70%.

c) Modo de señalar la entrada del gas.

En la actualidad se ha abandonado por la mayoría el uso del electrodo de platino endonasal, pues a pesar de ser el método más preciso, la escasa mayor exactitud no compensa los inconvenientes que supone para el enfermo: en la práctica es suficiente dar una voz al tener lugar la inhalación de gas y la persona encargada del aparato de registro activa un sistema de inscripción para señalar ese momento. Este ha sido el sistema utilizado por nosotros.

d) Preparación de la solución de hidrógeno.

Para la demostración de los shunt derecha-izquierda se satura una solución de suero fisiológico haciendo pasar hidrógeno

que va saturando la solución al desplazar oxígeno. Dos o tres minutos son suficientes para conseguir una buena saturación. Como la solución es inestable es preciso utilizar el suero en un plazo corto, de lo contrario no quedaría hidrógeno. Se puede utilizar también sangre normal en lugar de suero (HYMAN, 1961) (16). Una dosis de unos 8 ml. por m² de superficie corporal es suficiente para cada prueba (CLARK, 1960) (8), HYMAN, 1961 (16).

6) Modo de conectar los electrocáteteres.

Cuando se utilizan dos electrodos -el intracardíaco y el arterial de control- se conectan a dos de los tres cables que van al brazo derecho, brazo izquierdo y pierna izquierda, eligiendo dos derivaciones bipolares de modo que el cable que queda libre sirva de común para las dos derivaciones. Por ejemplo: El electrodo arterial se une al cable del brazo derecho y se hace el registro en la derivación I; el electrodo intracardíaco se conecta al cable que teóricamente va a la pierna izquierda y el registro se hace en la derivación III. De este modo el cable del brazo izquierdo, haciendo contacto en el sitio habitual sirve de común para las dos derivaciones bipolares. La curva será positiva en la derivación I por crearse un potencial negativo

en el electrodo que funciona como indiferente (brazo derecho) y será negativa en la derivación III por estar funcionando el electrocatéter como electrodo registrador. La velocidad del papel utilizada fué de 5 mm. seg. y de 10 mm. seg.

f). Forma de evitar posibles artefactos.

Para evitar posibles artefactos en el registro se han procurado seguir algunas normas especiales.

g. Comprobación de la sensibilidad del catéter.

Para comprobar la sensibilidad del catéter cuando exista sospecha de que no contiene cloruro de platino en su superficie se coloca en algunas de las posiciones donde necesariamente tiene que haber deflexión tras la inhalación del hidrógeno como son: Posición de presión capilar pulmonar donde se debe obtener deflexión inmediata, b) si es posible en aurícula izquierda o vena pulmonar. Ante la duda se aumenta la sensibilidad del aparato de registro y se observa la aparición de la curva de recirculación por las cámaras cardíacas derechas.

h. Dentro del ventrículo derecho se registra siempre con el catéter en el infundíbulo y en el cuerpo del ventrículo. Ello nos permitió hacer el diagnóstico exacto en tres casos de pequeña

comunicación interventricular como expendremos más adelante.

g. Se procuró que el enfermo estuviera inmóvil durante el registro para evitar desplazamiento de la línea base, por otra parte siempre breves en comparación con la curva en casos con shunt izquierda-derecha, que dura entre uno y tres minutos (MYNAN, 1961) (16). En casos de duda se repitió la prueba sin mover la posición del catéter.

h. Cuando el registro con el catéter, probablemente situado en arteria pulmonar, daba curva inmediata, se repite la prueba para excluir que esté situado en presión capilar pulmonar sacando el catéter unos centímetros.

i. Antes de hacer el registro con el catéter en venas cava y aurícula derecha se observaba en el osciloscopio una buena estabilidad de la línea base, y se aconsejaba al enfermo no hacer inspiraciones muy profundas, ya que la velocidad de circulación de la sangre en la inspiración puede ocasionar desplazamiento del catéter y producir artefactos. A veces fué preciso modificar varias veces la posición del catéter hasta conseguir una línea estable.

- IV -

RESULTADOS

RESULTADOS

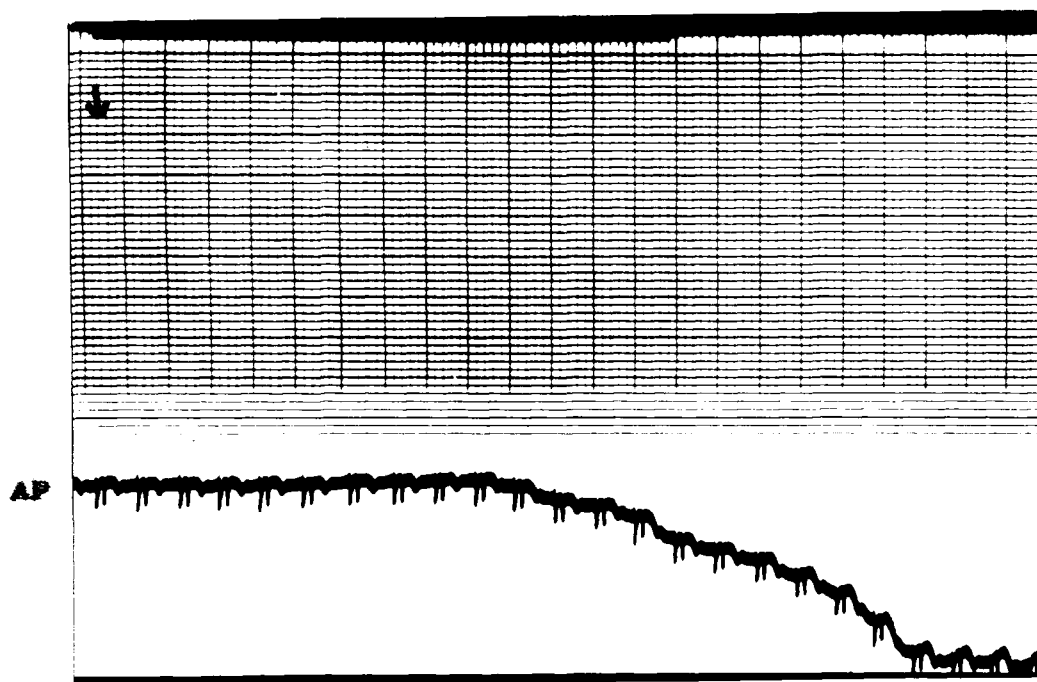
Después de la valoración y comprobación de los resultados obtenidos por los diferentes métodos, se llegó al siguiente diagnóstico: (Cuadro de la Fig. 25) 21 enfermos no tenían cortocircuito intracardíaco, de los cuales había cardiopatía reumática en 12, cor-pulmonale en 1, cardiopatía reumática y cor-pulmonale en 1, tumoración extravascular en 2, miocardiopatía en 1, hipertensión pulmonar idiopática en 3, y estenosis pulmonar en 1.

Se ha confirmado la existencia de cortocircuito intracardíaco en 17 enfermos con el siguiente diagnóstico: Comunicación interventricular 6, ductus 2, ductus y comunicación interventricular 1, comunicación interauricular (ostium secundum) 5, comunicación interauricular (ostium primum) 1, tetralogía de Fallot 1, truncus 1. Se registró con electrocatéter en cámaras derechas después de la inhalación de hidrógeno en 31 enfermos. En dos casos de comunicación interauricular se registró también en aurícula izquierda y venas pulmonares. Se inyectó suero sa-

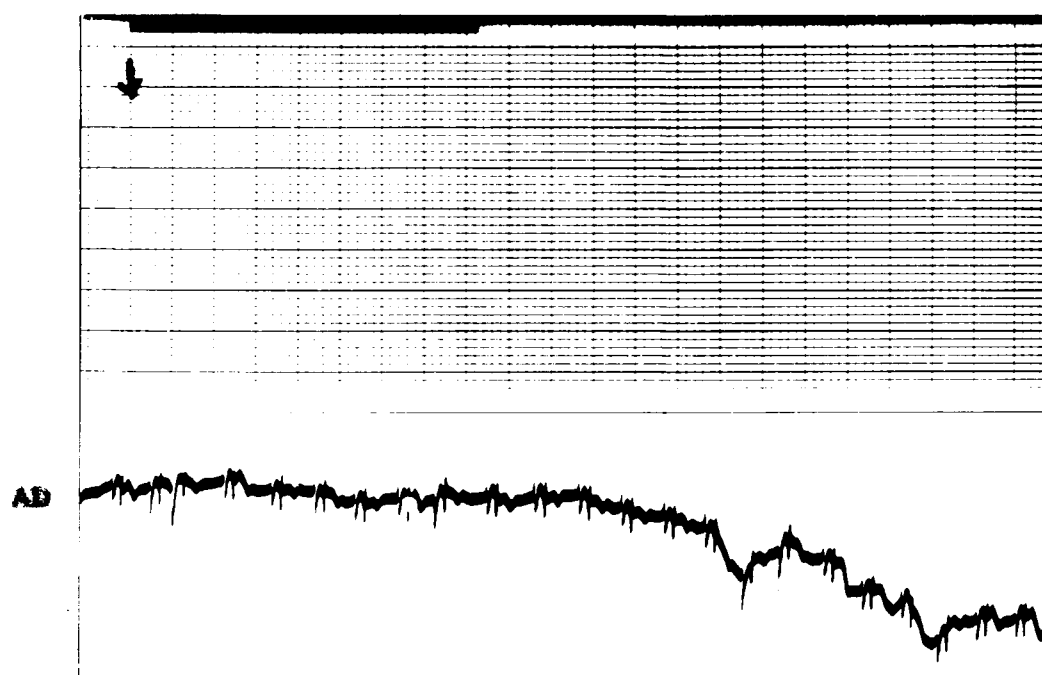
ENFERMOS ESTUDIADOS

SIN SHUNT		CON SHUNT	
CARDIOPATIA REUMATICA	12	C I V	6
COR PULMONALE	1	DUCTUS	2
CARDIOPATIA REUMATICA Y		DUCTUS y C I V	1
COR PULMONALE	1	C I A (O.S.)	5
TUMORACION EXTRACARDIACA	2	C I A (O.P.)	1
MIOCARDIOPATIA	1	FALLOT	1
HIPERT. PULMO. IDIOPATICA	3	TRUNCUS	1
ESTENOSIS PULMONAR	1		
Total	21	Total	17

Fig. 23. Diagnóstico de los 38 enfermos estudiados.



**Fig. 26. Case I (estenosis mitral) registro en arteria pulmo-
nar (AP). Tiempo de aparición = 9 seg.**



**Fig. 27. Registro en aurícula derecha (AD). Tiempo de aparición
a 11 seg.**

durado con hidrógeno en 11 pacientes que fueron sometidos a diferentes pruebas en las que se estudió: Tiempo de circulación entre vena periférica y el corazón (3 casos), inyección en sistema venoso y registro en la arteria sistémica (7 casos). En tres enfermos con cardiopatía reumática se hizo inyección en cámaras cardíacas derechas, registrando electrocardiograma en la cámara anterior para estudio de posible insuficiencia de la válvula intermedia.

1.- Curvas por inhalación en enfermos sin shunt intracardíaco.

En 15 enfermos de los 31 que recibieron hidrógeno por inhalación no se demostró shunt izquierda-derecha. El tiempo mínimo de aparición de la curva en las cámaras derechas fué de 6,2 seg. y el máximo de 16 seg. Con un valor medio de 9,3 seg. En 11 enfermos sabíamos previamente que no existía shunt intracardíaco y nos sirven para establecer comparaciones. De los registros realizados se presentan algunos ejemplos:

En el caso 1 (enfermo con estenosis mitral) el registro con el catéter en arteria pulmonar da un tiempo de aparición de la curva de 9 seg. (Fig. 26) y con el catéter en aurícula derecha el tiempo registrado fué de 11 seg. (Fig. 27).

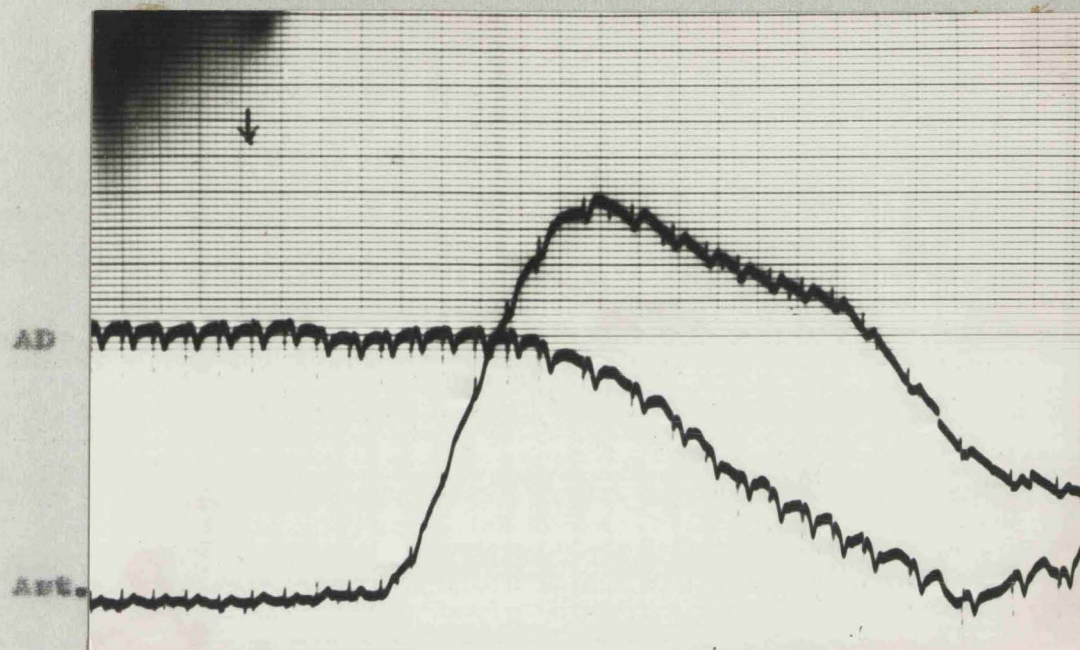


Fig. 28. Case 7 (Miocardiopatía). Registro en aurícula dergcha (AD). Tiempo de aparición = 7,2 seg., y en arteria sistémica (art.) con tiempo de apar. = a 3,3 seg.

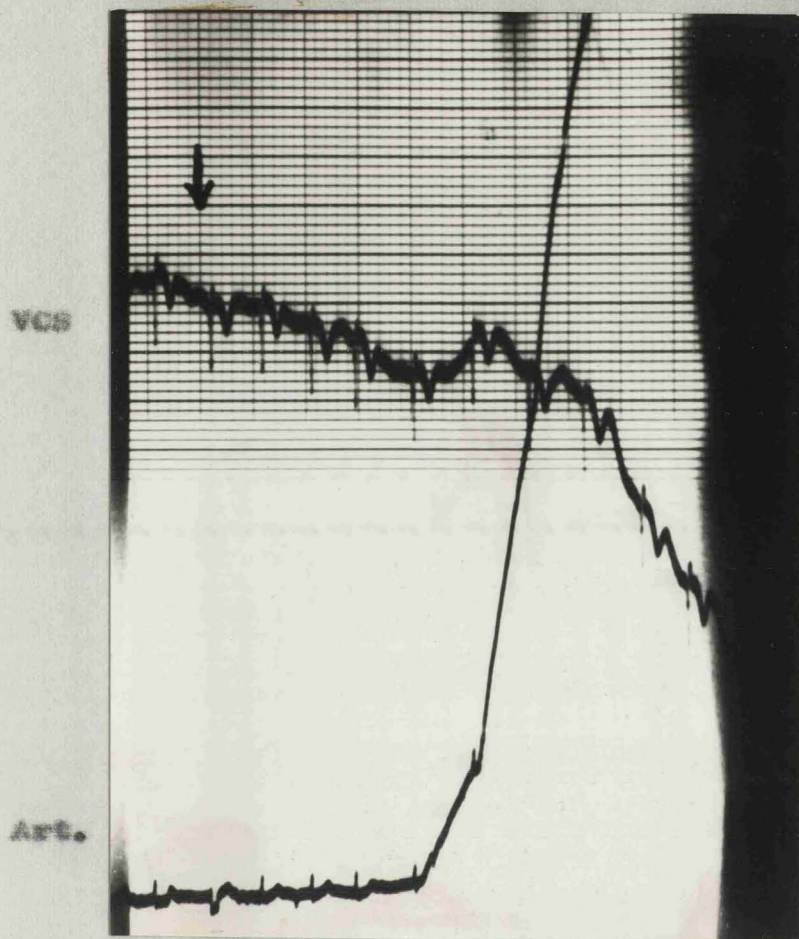


Fig. 29. Case 7. Registro en Vena Cava Superior (VCS) con T.
de aparición = a 7,2 seg., y en arteria sistémica
(Art.) con tiempo de aparición = a 4,8 seg.

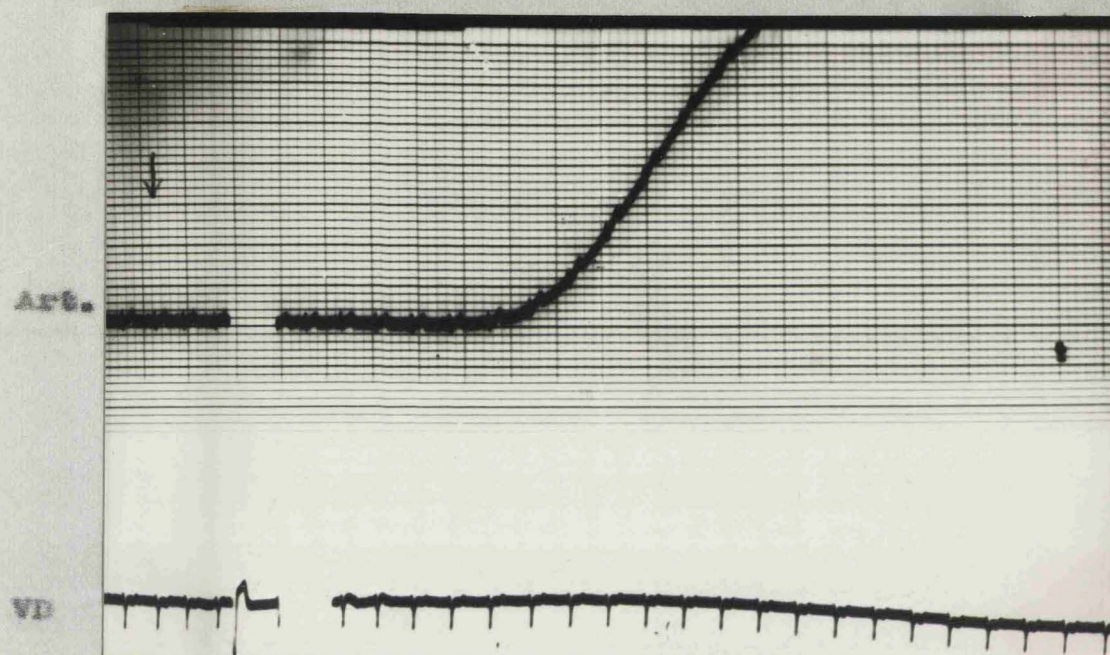


Fig. 30. Case 8 (Insuficiencia Mitral). Registro en ventrículo derecho (VD) con T. de aparición = a 11,2 seg. y en arteria sistémica (Art.) con T. de aparición = 7,2 seg.

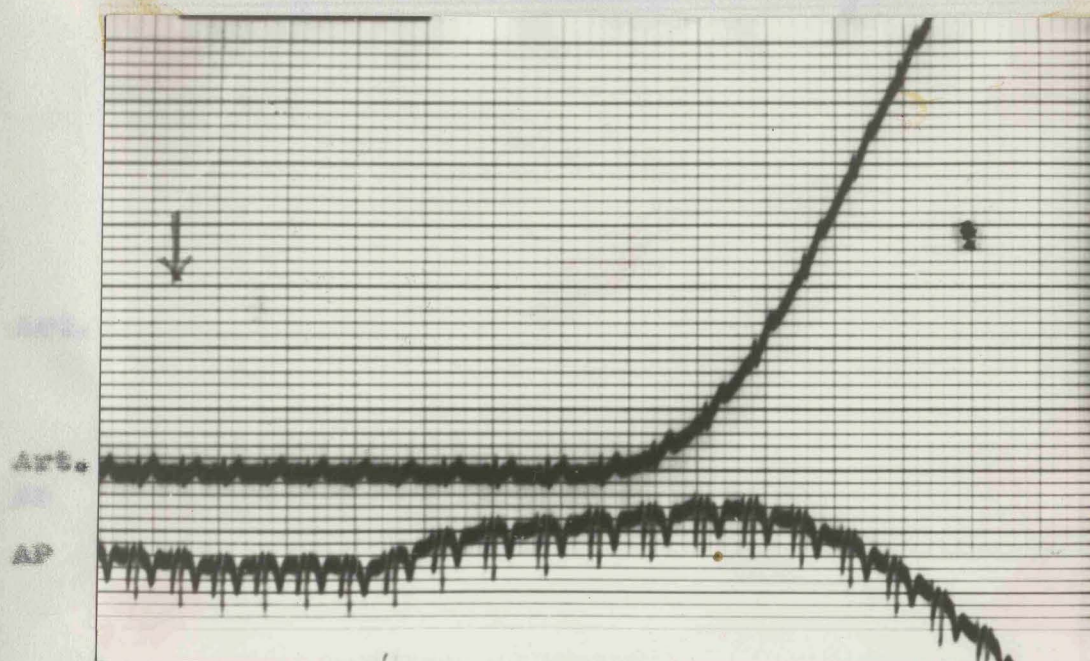


Fig. 31. Caso 8. Registro en arteria pulmonar (AP), con T.
de aparición = 9 seg. y en arteria sistémica (Art.)
con T. de aparición = 6,2 seg.

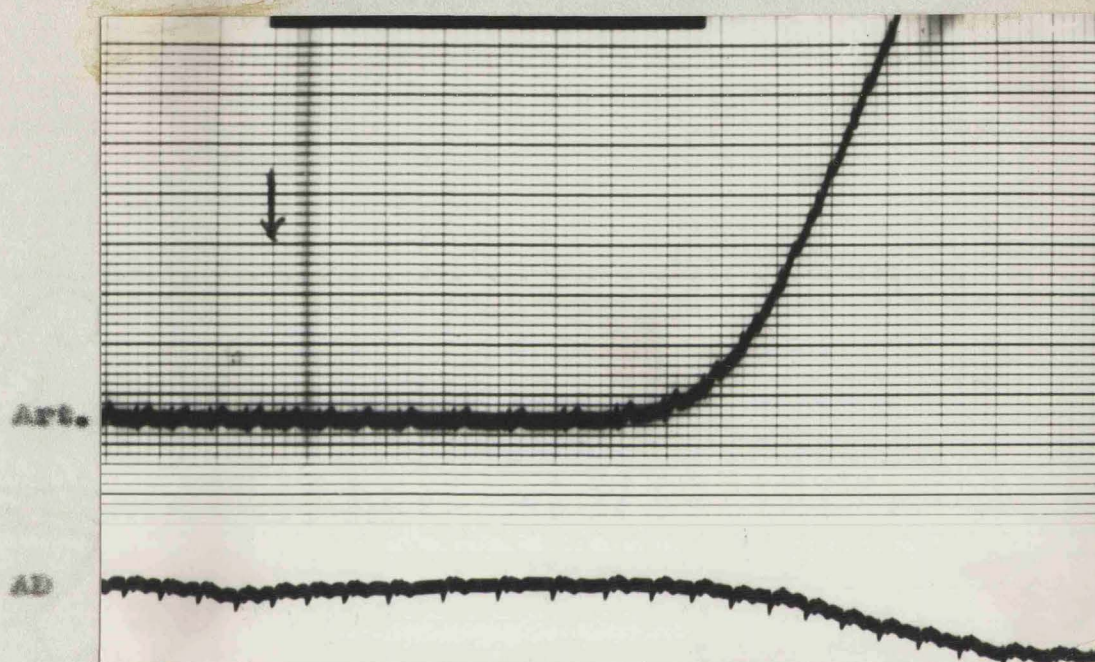


Fig. 32. Case B. Registro en aurícula derecha (AD) con T. de aparición = 9,6 seg. y en arteria sistémica (Art.) con tiempo de aparición = 6,2 seg.

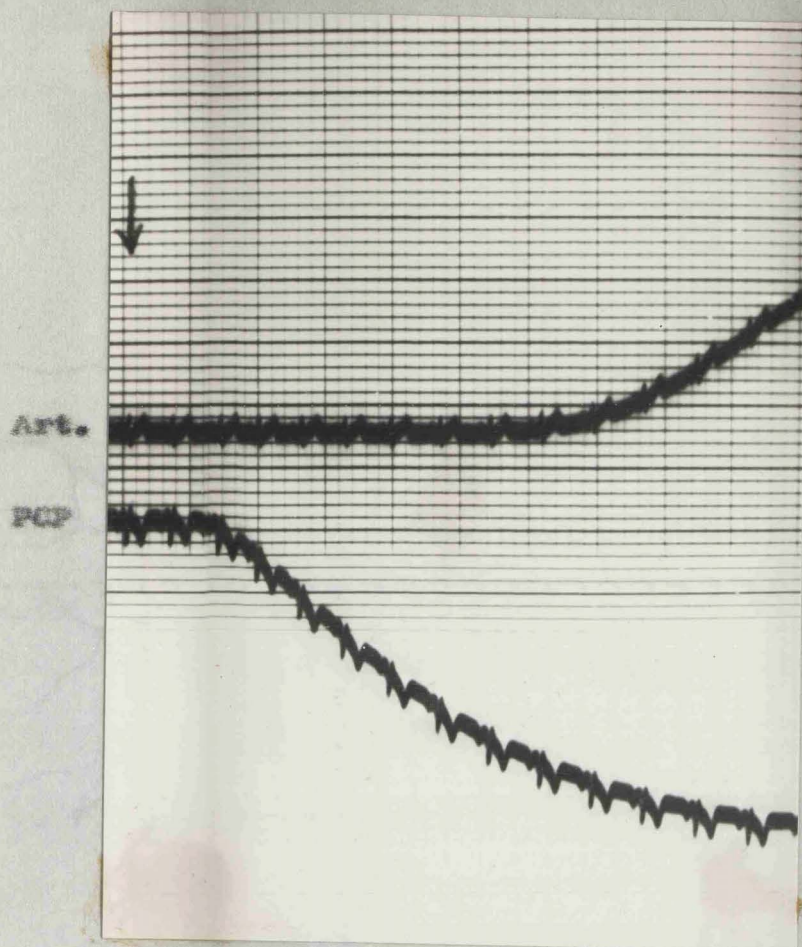


Fig. 33. Case 8. Registro en arteria sistémica (Art.) con T. de aparición = 6,2 seg. y en posición capilar pulmonar (PCP) con T. de aparición = 1,2 seg.

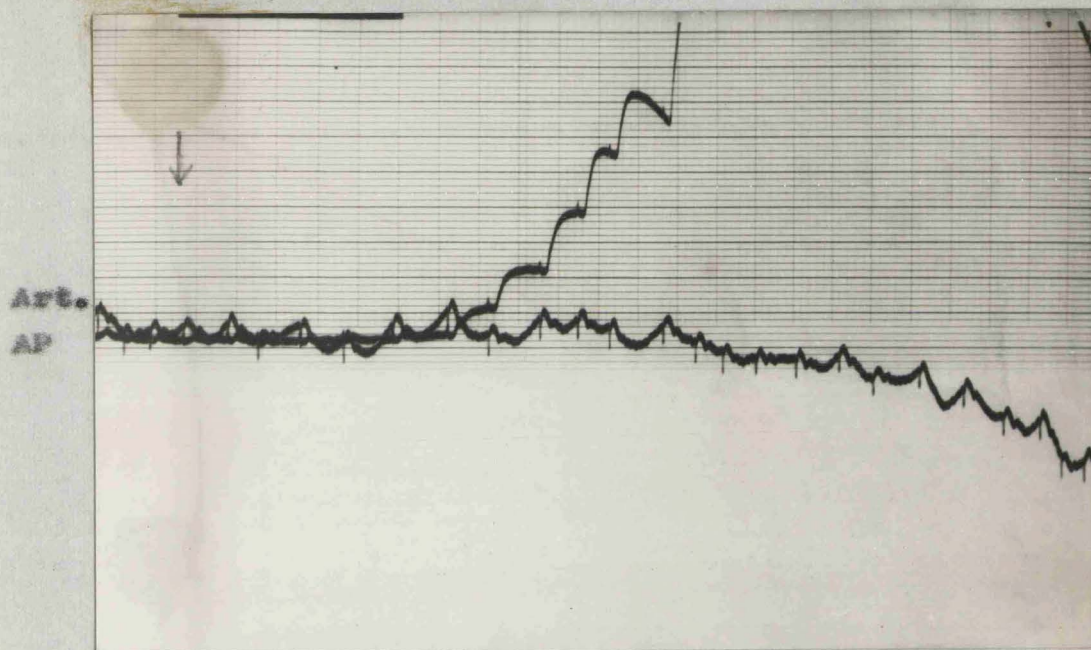


Fig. 34. Caso 11 (Insuficiencia Mitral). Registro en arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 12,4 seg. y en arteria sistémica (Art.) con T. de aparición = 4,8 seg.

En el caso 7 (enfermo con miocardiopatía), con el catéter en aurícula derecha y arteria braquial, los tiempos han sido respectivamente de 7,2 seg. y 3,3 seg. (Fig. 28). Con el catéter en vena cava superior y arteria braquial los tiempos de aparición fueron de 7,4 seg. y 4,8 seg. respectivamente. (Fig. 29).

En el caso 8 (Insuficiencia mitral e insuficiencia aórtica) el tiempo de aparición de la curva en arteria braquial fué de 7,2 seg. y en ventrículo derecho de 11,2 seg. (Fig. 30). En la figura 31 aparece un intervalo de 6,2 seg. en el registro realizado en arteria braquial y de 9 seg. en arteria pulmonar. Finalmente el tiempo de aparición fué de 6,2 seg. en arteria braquial y de 9,6 seg. en aurícula derecha. (Fig. 32). El tiempo de aparición de la curva en el sistema arterial es muy prolongado, superior al que se recoge normalmente y posiblemente es debido a una posición incorrecta del electrodo arterial que no estuviese situado en el tronco principal de la arteria axilar o braquial, sino en una colateral.

En el caso 11 (enfermo con insuficiencia mitral) el intervalo en arteria braquial fué de 4,8 seg. y de 12,4 seg. en la arteria pulmonar (Fig. 34).

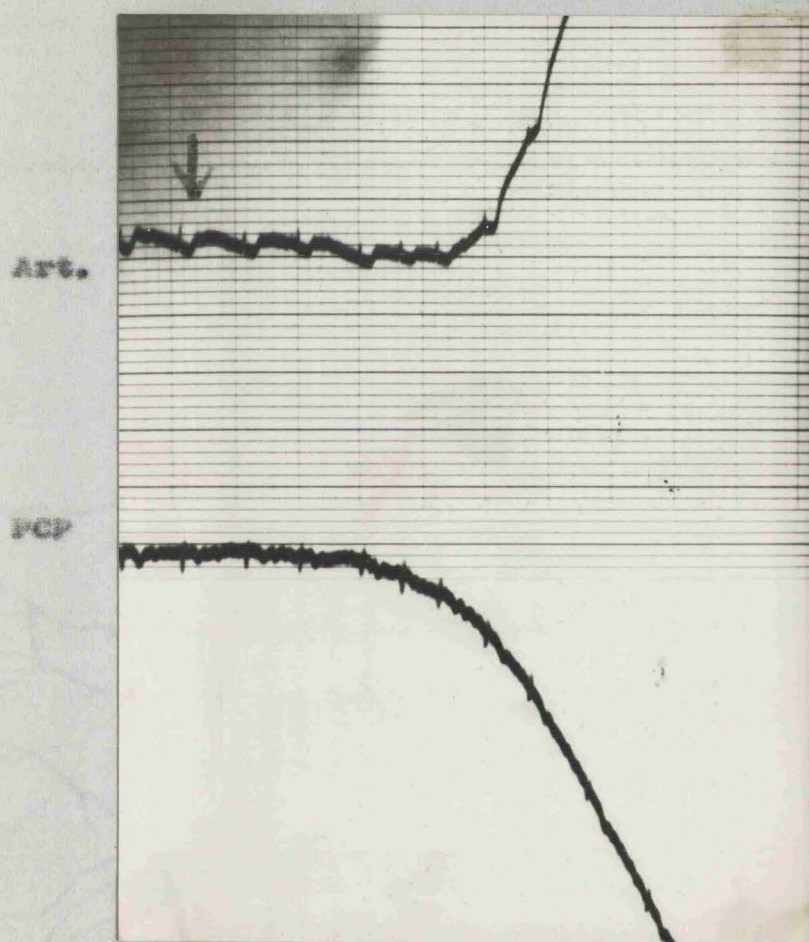
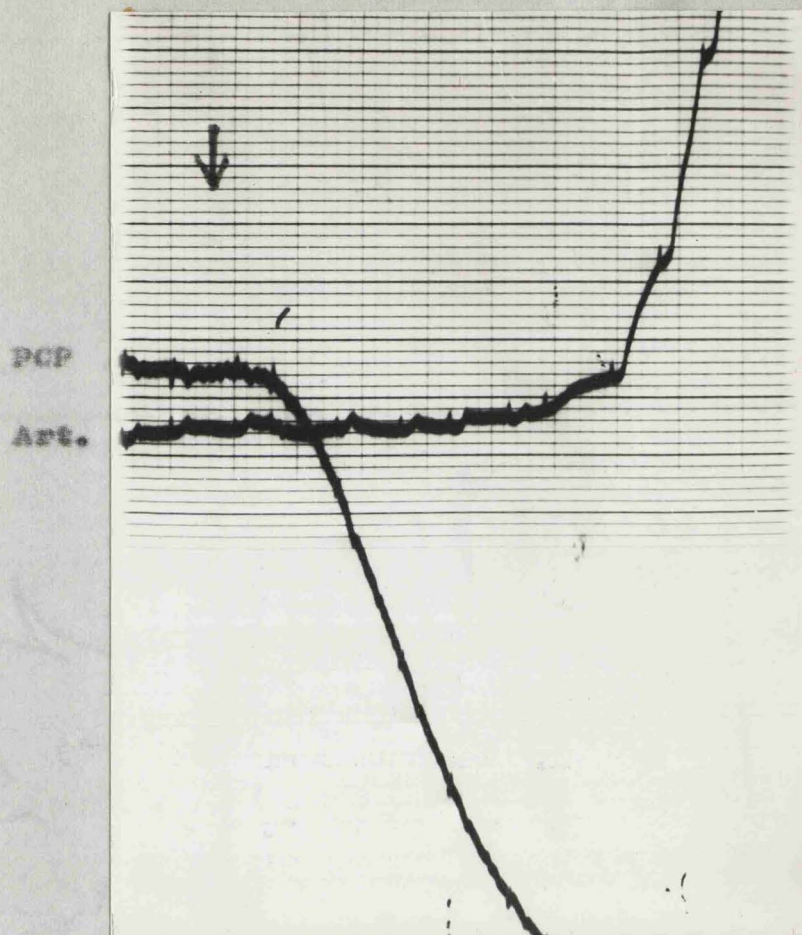


Fig. 35. Caso 11. Registro en arteria sistémica (Art.) con T. de aparición = 4 seg. y en posición de presión capilar pulmonar (P.C.P.) con T. de aparición = 2 seg.



Art. 36. Caso 11. Registro en arteria sistémica (Art.) con T. de aparición = 3,4 seg. y en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con T. de aparición = 1 seg.

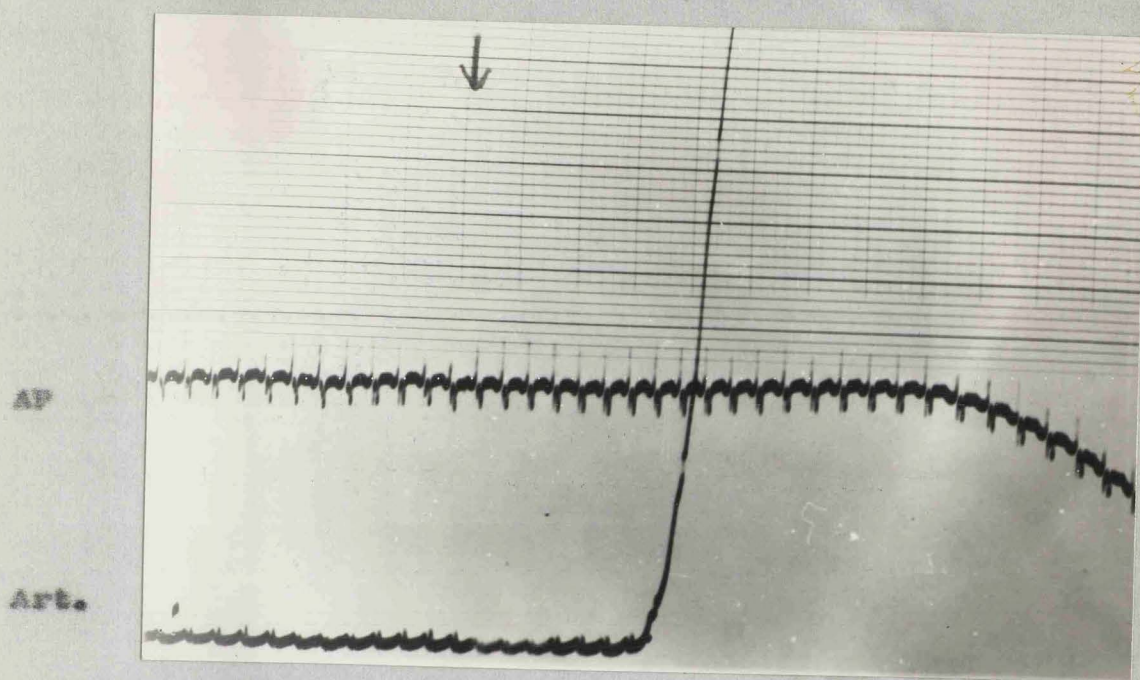


Fig. 37. Caso 12 (Estenosis Mitral). Registro en Arteria Pulmonar (AP) con T. de aparición = 8,3 seg. y en arteria sistémica (Art.) con T. de aparición = 3,2 seg.

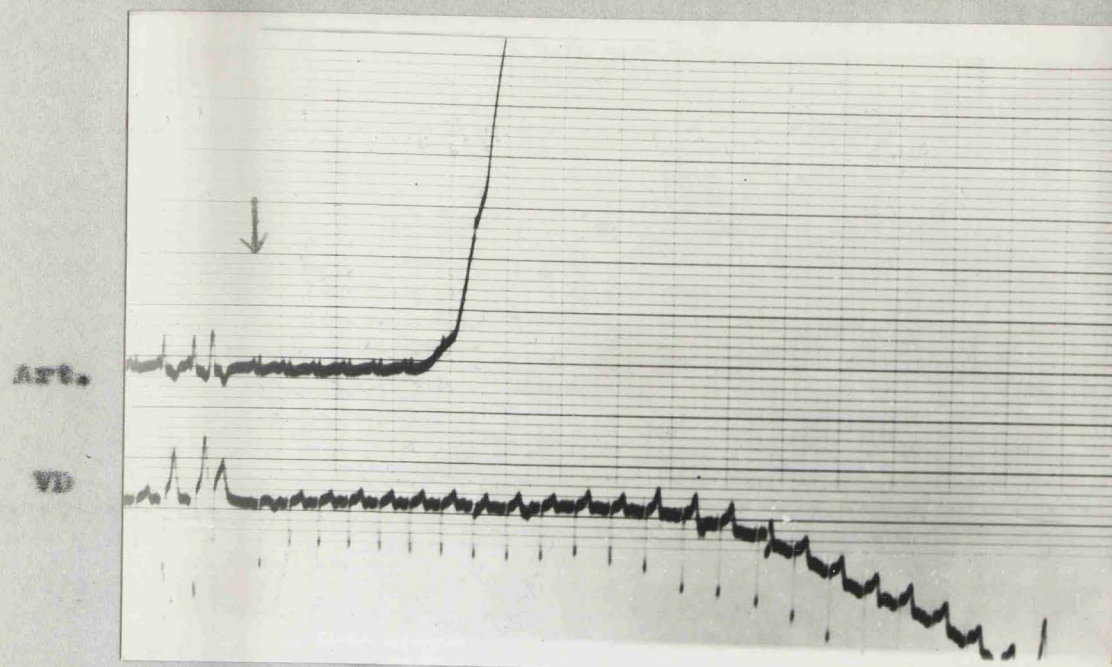


Fig. 38. Caso 12. Registro en ventrículo derecho (VD) con T.
de aparición = 7,5 seg. y en arteria sistémica (Art.)
con T. de aparición = 3,1 seg.

APT

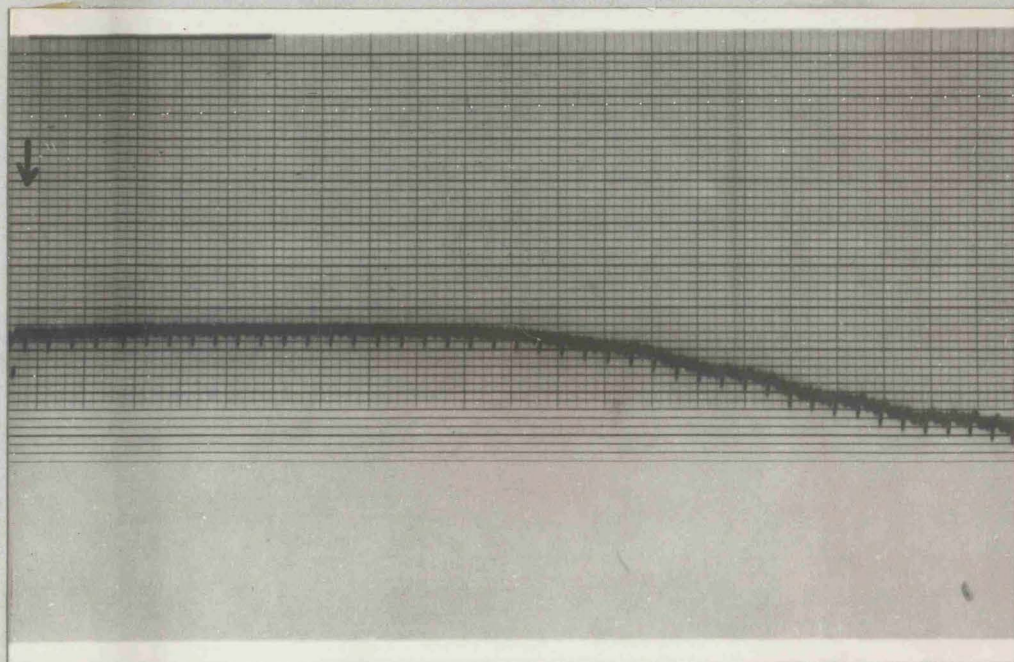


Fig. 39. Caso 15 (Hipertensión pulmonar idiopática). Registro en el tronco de la arteria pulmonar (APT) con T. de aparición = 10,7 seg.

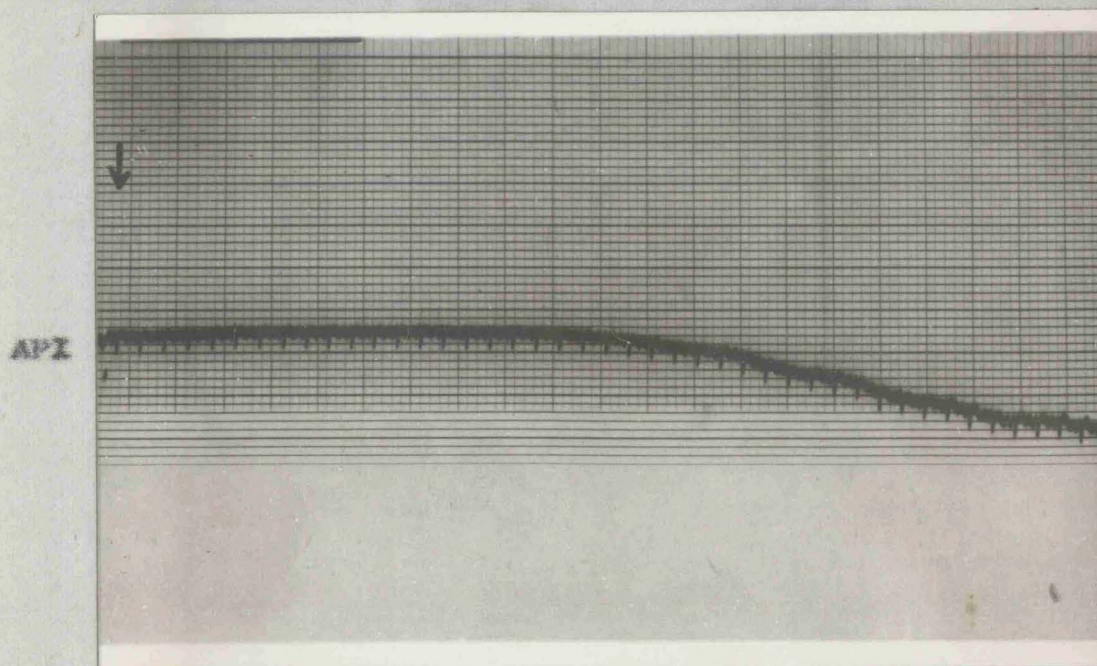


Fig. 90. Caso 15. Registro en la arteria pulmonar izquierda
(API) con T. de aparición = 11 seg.

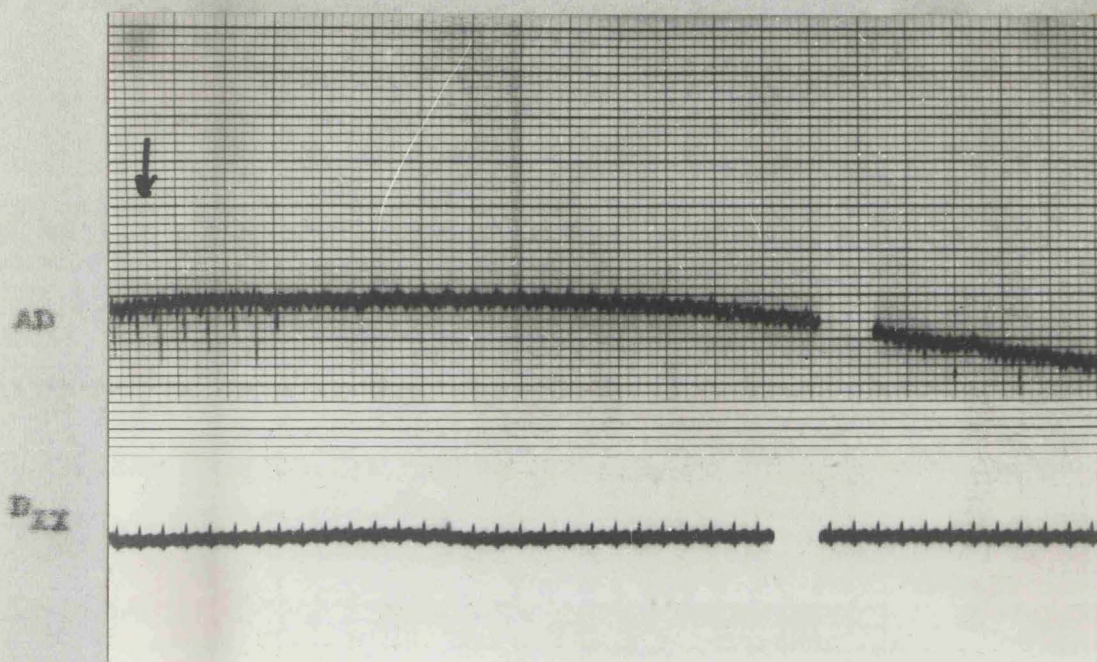


Fig. 41. Caso 15. Registro en la aurícula derecha (AD) con T.
de aparición = 10,6 seg.

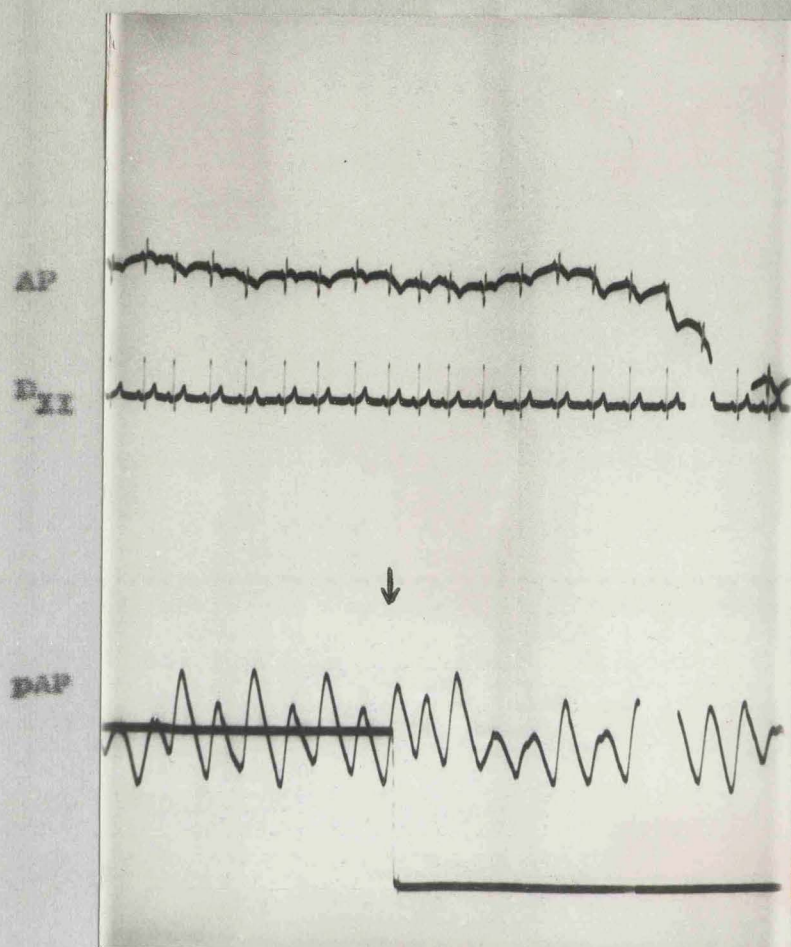


Fig. 42. Caso 28 (Hipertensión pulmonar). Registro en arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 8 seg. Presión en el mismo lugar (PAP) y E.C.G. en la derivación II (D_{II}) Desplazamiento de la línea continua que señala la inhalación.

En el caso 12 (estenosis mitral) el tiempo de aparición fué de 3,2 seg. en arteria braquial y de 8,5 en arteria pulmonar (Fig. 37) y de 7,5 seg. en ventrículo derecho y de 3,1 seg. en arteria braquial (Fig. 38).

Dos enfermos presentaban clínicamente una hipertensión pulmonar severa, precisando excluir la posibilidad de un defecto intracardíaco como causa desencadenante de esa situación. El tiempo de aparición de la curva en las cámaras derechas osciló entre 7,4 seg. y 11 seg., llegándose en ambos, al diagnóstico de hipertensión pulmonar: En el caso 15 el registro en el tronco de la arteria pulmonar (Fig. 39) muestra un tiempo de aparición de la curva de 10,7 seg., en la arteria pulmonar izquierda de 11 seg. (Fig. 40) y en la aurícula derecha (Fig. 41) 10,8 seg. El resto de los datos de cateterismo y cineangiocardigrafía contribuyen a excluir toda posibilidad de shunt intracardíaco. En el caso 28 un estudio realizado en arteria pulmonar muestra un tiempo de aparición de la curva de 8 seg. (Fig. 42) en el infundíbulo del ventrículo derecho de un tiempo de 10 seg. (Fig. 43) y en la aurícula derecha el intervalo fué de 8,2 seg. (Fig. 44). En la necropsia se confirmó la ausencia del defecto intracardíaco encontrándose solamente signos de hiper-

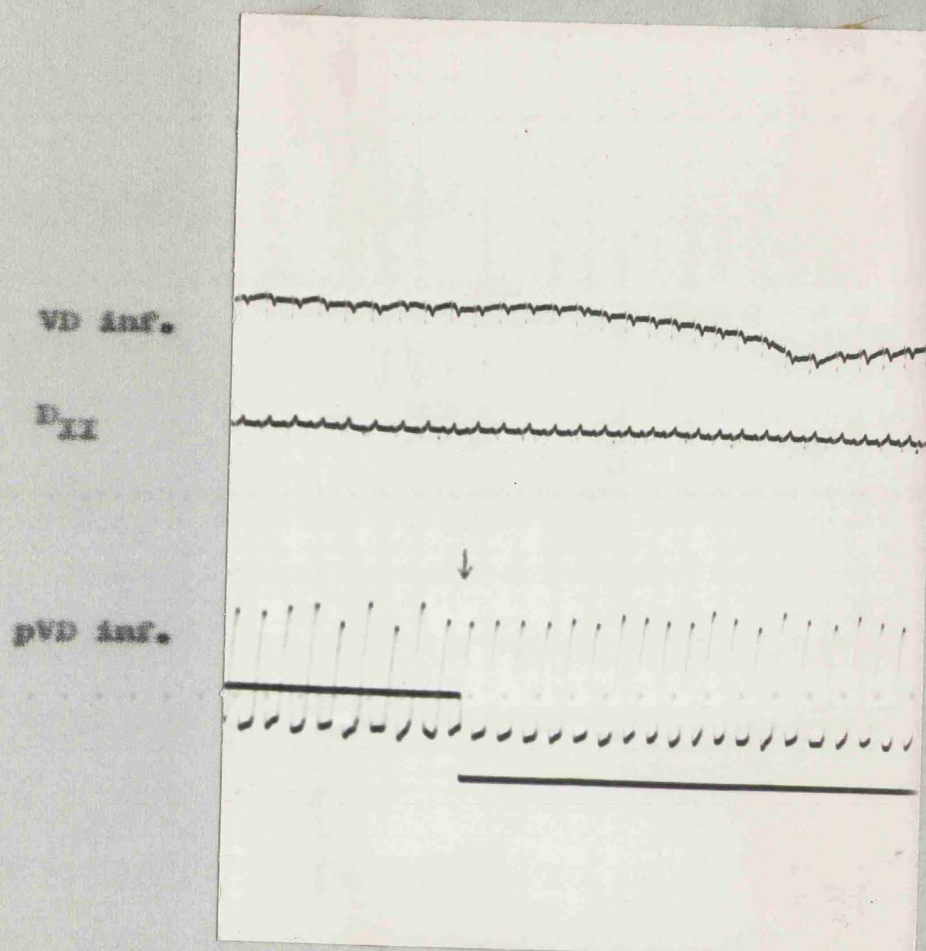


Fig. 43. Caso 28. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD inf.) con T. aparición = 10 seg. Presión en el mismo lugar (pVD inf.) y E.C.G. en la derivación II (P_{II}). Desplazamiento de la línea continua que señala la inhalación.

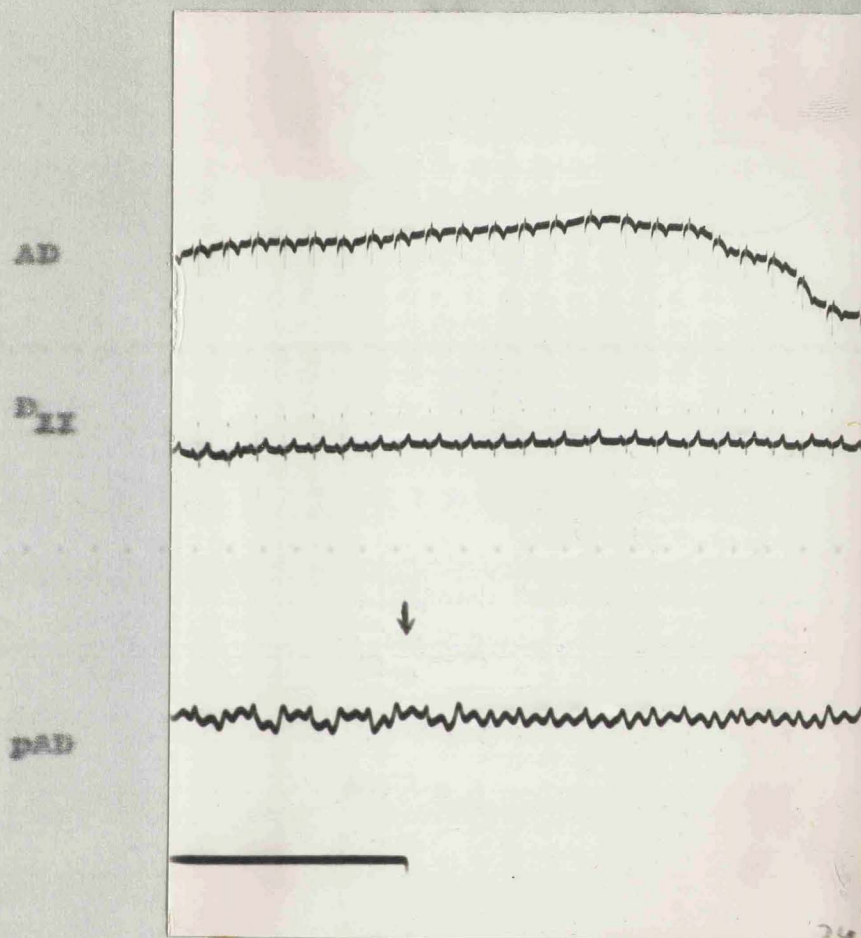


Fig. 444. Caso 28. Registro en la aurícula derecha (AD) con f. de aparición = 8,2 seg. Presiones en el mismo lugar (PAD) y E.C.G. en la derivación II (D_{II}). Desplazamiento de la línea continua que señala la inhalación.

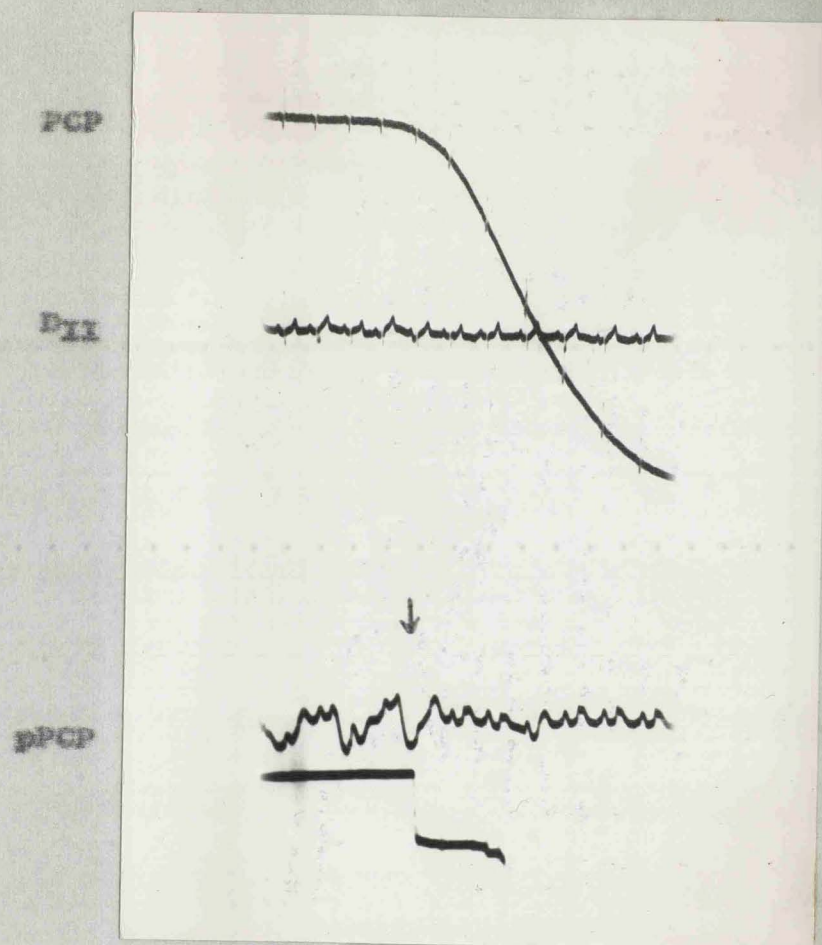


Fig. 45. Caso 28. Registro en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con deflexión inmediata. Presiones en la misma posición pPCP y E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

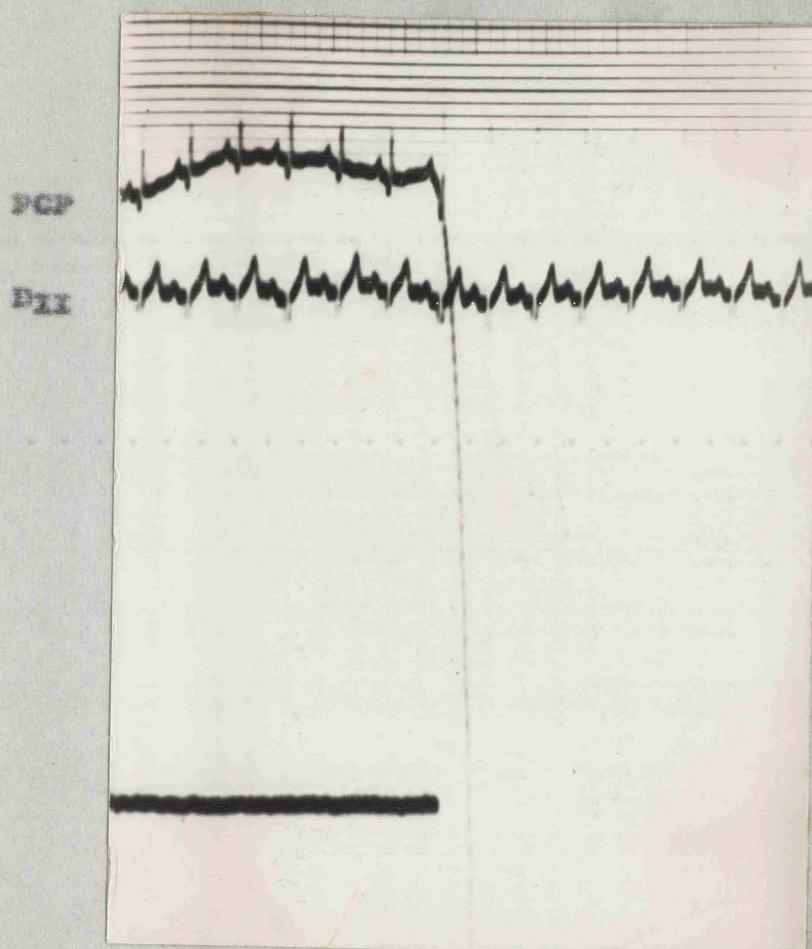


Fig. 46. Caso 26. (Insuficiencia mitral y aórtica). Registro en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con de flexión inmediata. E.C.G. en la derivación EI (D_{II}) y desplazamiento de la línea continua indicando la inhalación.

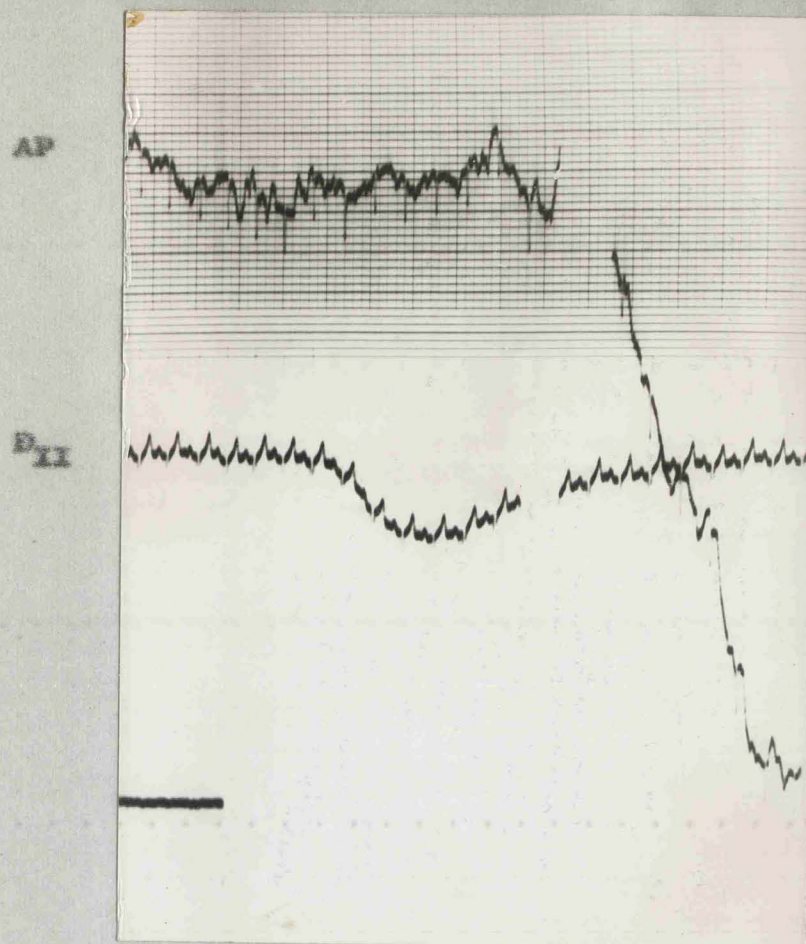


Fig. 47. Caso 26. Registro en la arteria pulmonar (AP) con T.
de aparición = 6,2 seg. E.C.G. con derivación II (DI_I)
con un desplazamiento por artefacto.

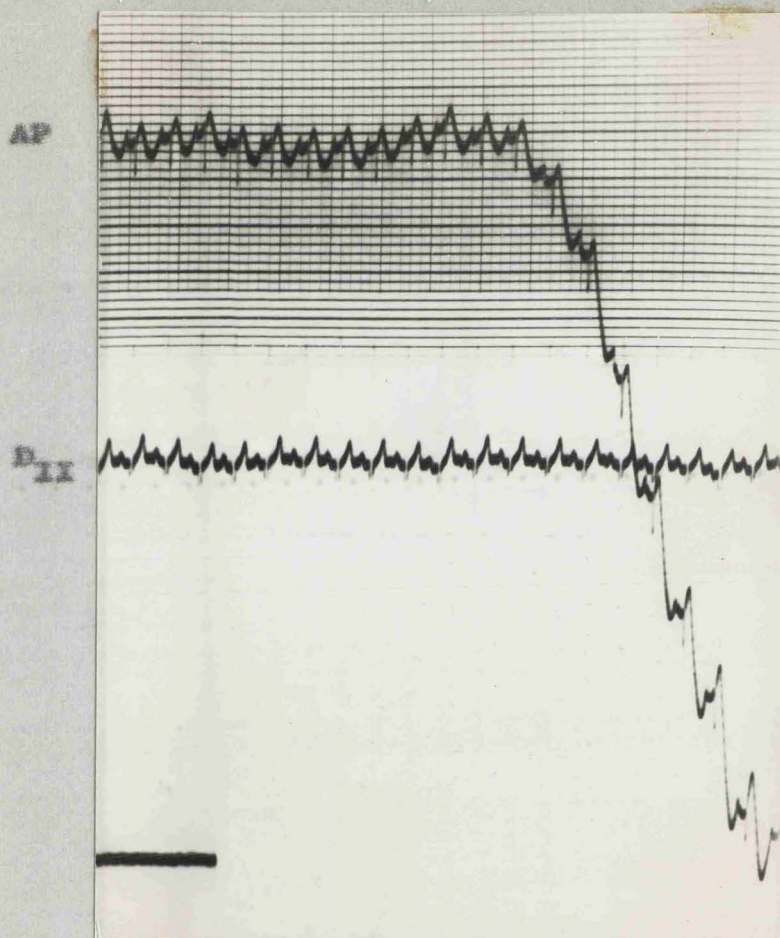


Fig. 48. Caso 26. Posiciones iguales a las de la fig. 47.

T. de aparición = 8,2 seg.

tensión pulmonar crónica y enfisema; sin embargo, en otro caso de hipertensión pulmonar debida a una comunicación interventricular en situación Eisenmenger (caso 38), los registros realizados en arteria pulmonar derecha (Fig. 110) muestran un tiempo de aparición de la curva de 1,8 seg., en el tronco de la arteria pulmonar (Fig. 111) 0,7 seg., en el infundibulo del ventrículo derecho 0,9 seg. (Fig. 112) y en el cuerpo del ventrículo derecho 1,3 seg. (Fig. 113).

Un enfermo (caso 26) presentaba un soplo continuo que suponíamos debido a la combinación de soplo pansistólico mitral y diastólico precoz aórtico por insuficiencia de ambas válvulas, pero en todo caso teníamos que excluir la posibilidad de una comunicación entre la aorta y alguna cámara derecha. Los tiempos de aparición de la curva en arteria pulmonar fueron de 6,2 seg. y 8,2 seg. en los dos registros realizados (Fig. 47 y 48) lo que excluye toda posibilidad de ductus o similar.

Finalmente una enferma de 15 años (caso 19) con clínica de estenosis pulmonar, potencialmente tetralogía de Fallot acianótico, mostro una curva cuyos tiempos de aparición en arteria pulmonar, ventrículo derecho y aurícula derecha fueron

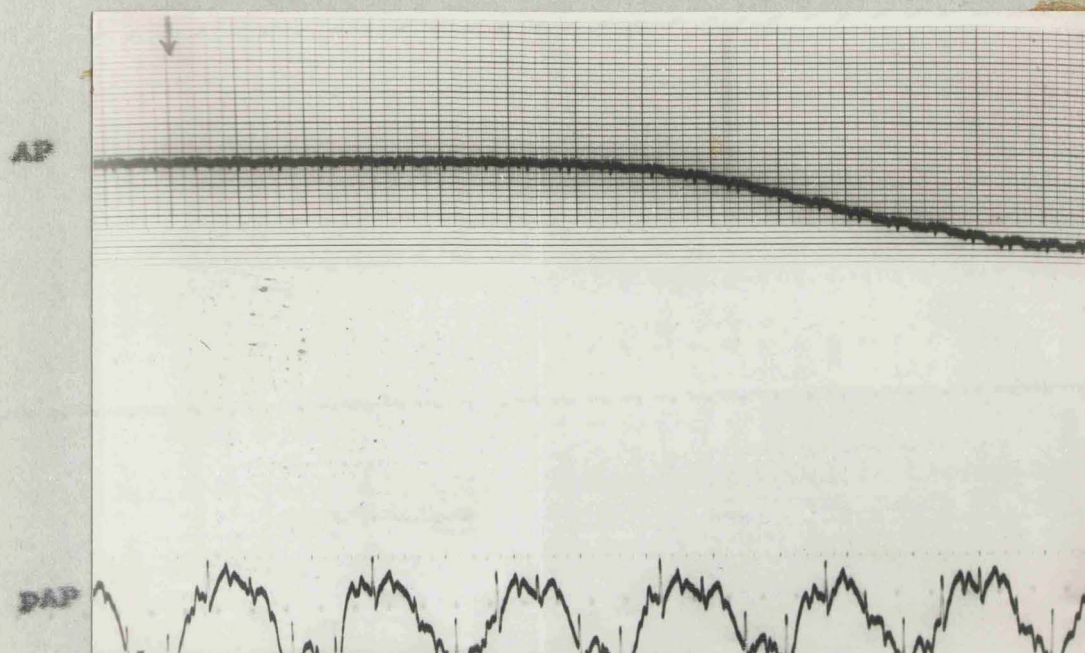


Fig. 49. Caso 19. (Estenosis pulmonar). Registro en arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 7,5 seg. Presig-
nas en el mismo lugar (PAP).

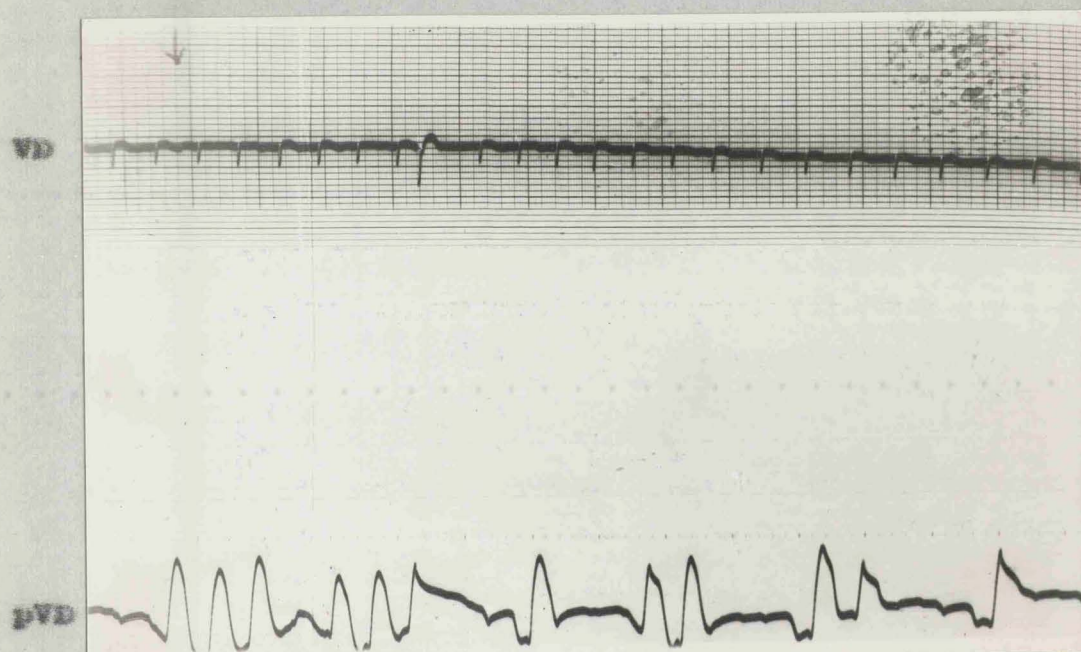
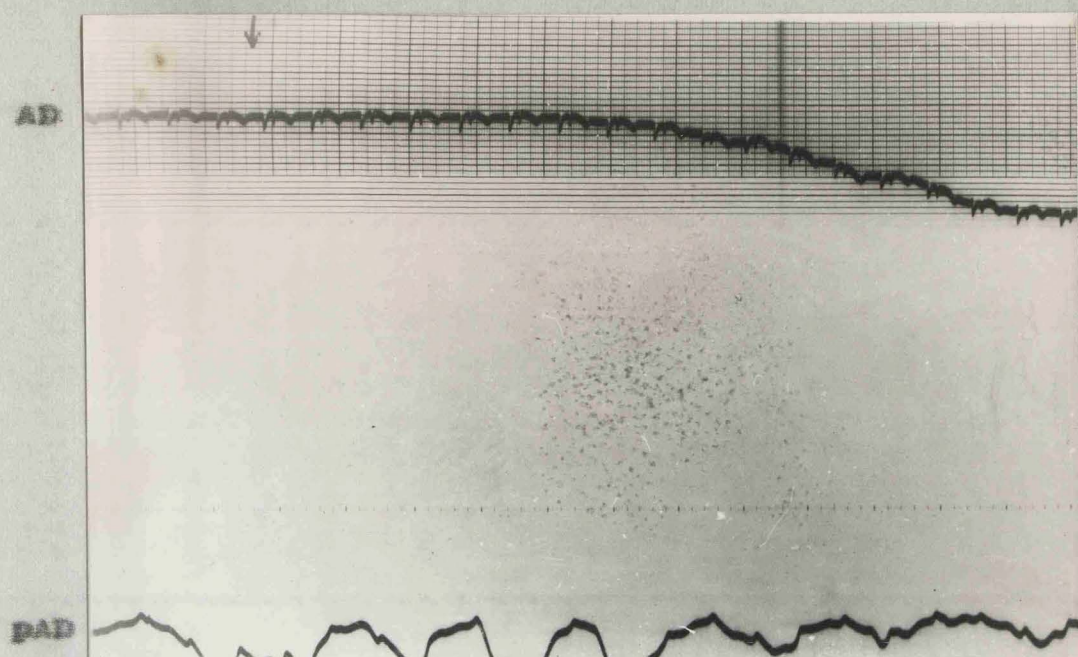


Fig. 50. Caso 19. Registro en ventrículo derecho (VD) con T.
de aparición = 7 seg. Presiones en el mismo sitio
(pVD) con el catéter a veces impactado entre las tra-
bículas.



Fif. 31. Caso 19. Registro en aurícula derecha (AD) con T. de aparición = 6,6 seg., y presiones en la misma cámara (PAD).

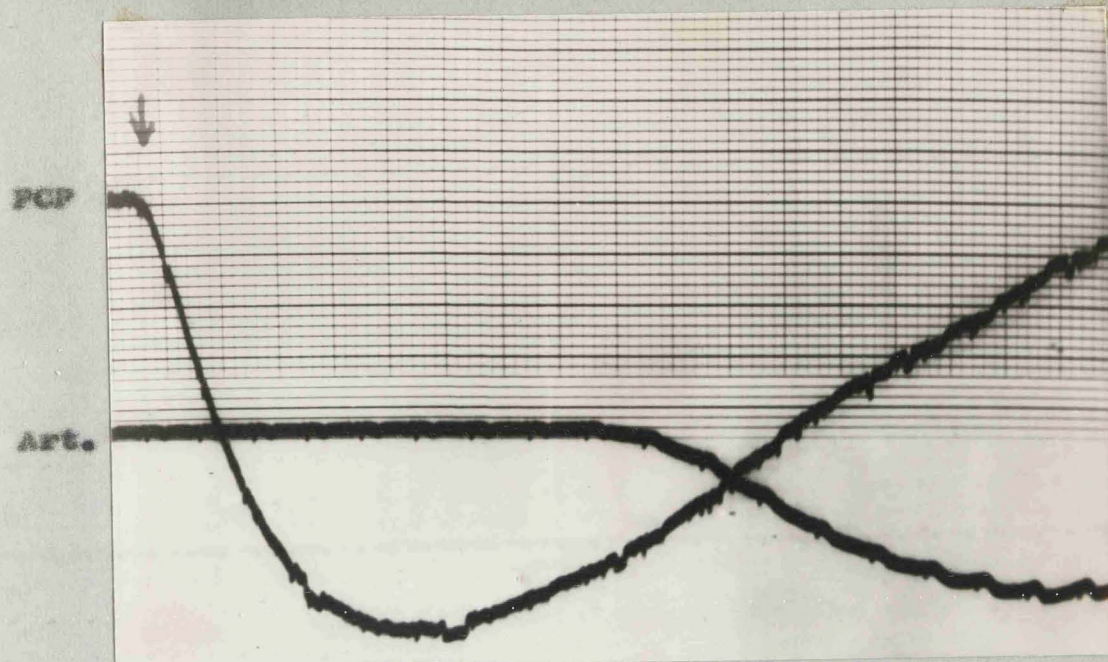


Fig. 32. Caso 4 (Normal). Registro en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con deflexión inmediata. Duración de la curva = 10 seg.

respectivamente de 7,5 seg. (Fig. 49), 7 seg. (Fig. 50) y 6,6 seg. (Fig. 51). En contraste con este caso hemos estudiado otro enfermo en el que se confirmó el diagnóstico de Fallot acianótico que mostró un tiempo de aparición de 2 seg. en la arteria pulmonar (Fig. 99).

La duración de la curva ha sido siempre superior a 16 s. (Fig. 52 y 53) que corresponden a los casos 4 y 26. En la mayoría no se ha podido medir el final por haber suspendido el registro antes de volver a la línea isoelectrica.

El tiempo de aparición en presión capilar pulmonar ha sido generalmente inmediato. Como ejemplo tenemos el caso nº 6 (Fig. 54), el caso 28 (Fig. 45), el caso 26 (Fig. 46). En otros cuatro registros correspondientes a dos enfermos, los intervalos oscilaron entre 1 y 2 seg. En el caso 8 (Fig. 33) el registro dió una curva a 1 seg., en el caso 11 (Fig. 36) el tiempo de aparición fué de 1 seg., mientras que en la arteria braquial fué de 5,4 seg. En otro registro la curva está a 2 seg. (Fig. 35). Finalmente en el caso nº 27, el registro en presión capilar pulmonar aparece a 1 seg. (Fig. 55).

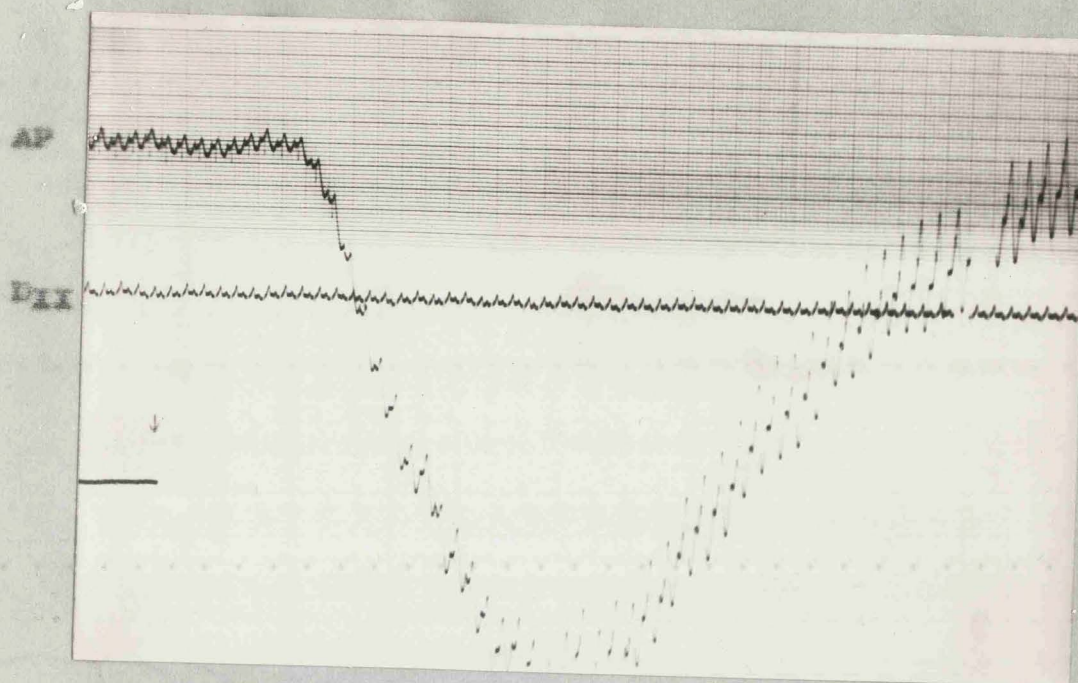


Fig. 53. Caso 26 (Insuficiencia mitral y aórtica). Registro en la arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 6 seg. Duración de la curva = 30 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

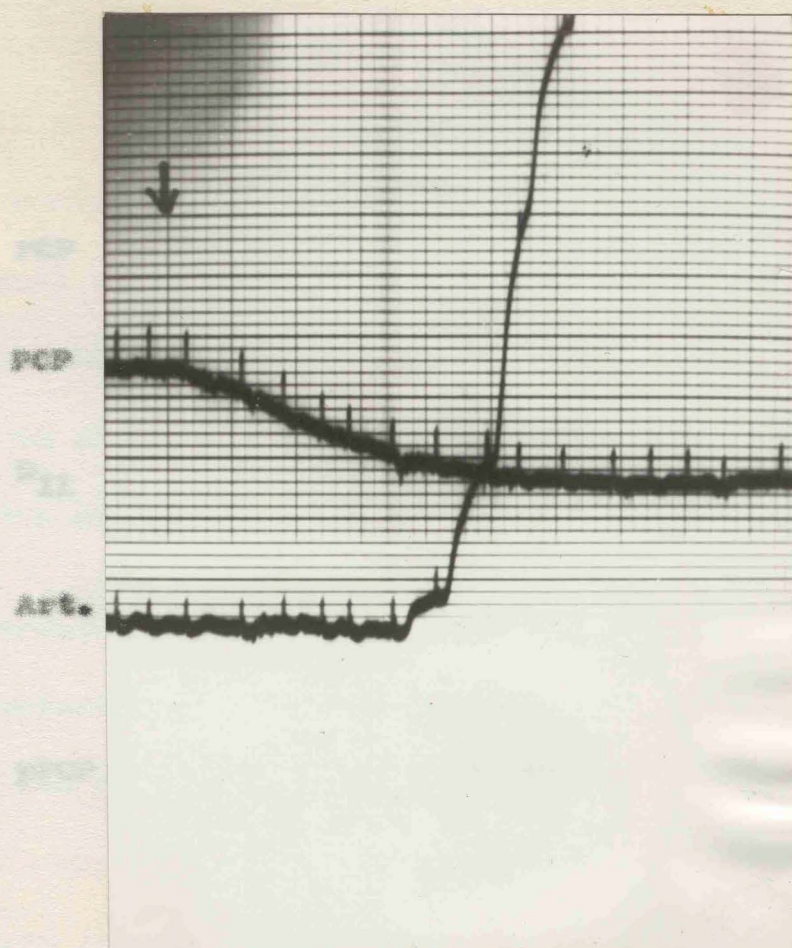


Fig. 34. Case 6. (Estenosis Mitral). Registro en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con deflexión inmediata y en arteria sistólica (Art.) con Tiempo de separación = 3,6 seg.

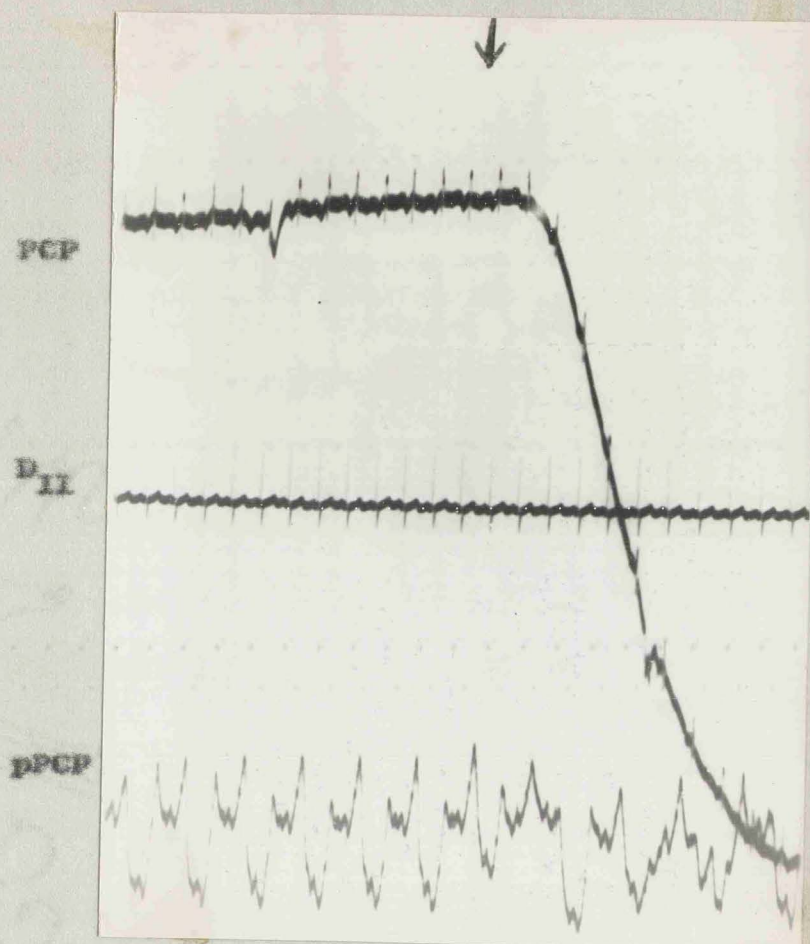


Fig. 55. Caso 27. (Comunicación interventricular). Registro en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con T. de aparición = 1 seg. Presión en la misma posición (pPCP). E.C.G. en derivación II (D_{II}).

En algunos casos hemos encontrado un intervalo superior a 3 seg. en el registro realizado en arteria sistémica, pero se había introducido el catéter por arteria braquial unos 15 cms. (hasta la axila) y no se hizo control de posición, posiblemente una posición incorrecta del catéter arterial (en arteria colateral) explique el artefacto. Los registros simultáneos con el electrodo arterial y el situado en cámaras derechas muestra un intervalo variable entre 3,2 seg. y 10 seg., con valor medio de 5,4 seg.

El intervalo de tiempo entre los registros simultáneos de la curva obtenida en presión capilar pulmonar y en la arteria, ha oscilado entre 1,4 y 6,2 seg. En el caso 6 el registro en presión capilar pulmonar es inmediato (Fig. 54) y en la arteria aparece la curva a 3,5 seg.

2.- Inyección de suero saturado con hidrógeno en una vena del brazo. Registro con catéter electrodo en cámaras cardíacas derechas.

El tiempo de circulación fué de unos 5 seg. en enfermos con bajo volumen minuto circulante: el caso 1 muestra un inter

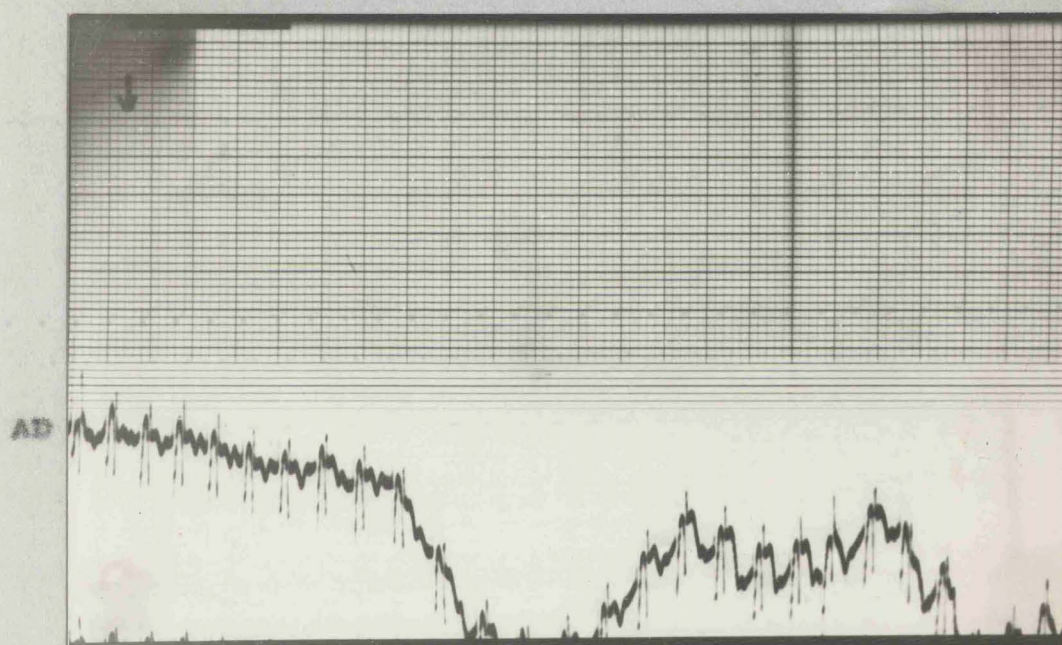


Fig. 56. Caso 1. (Estenosis Mitral). Inyección de suero con hidrógeno en vena del brazo. Registro en aurícula derecha (AD) con tiempo de aparición = 6,4 seg.

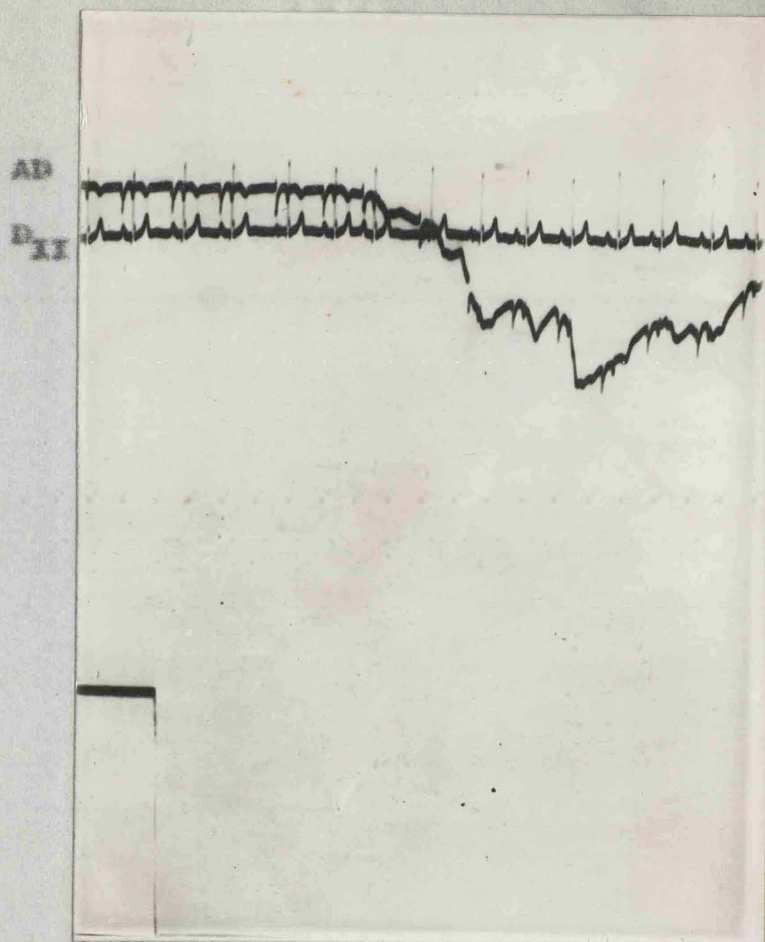


Fig. 57. Caso 33. (Estenosis mitral). Inyección de suero con hidrógeno en vena del brazo. Registro en Aurícula Derecha (AD) con T. de aparición = 4,6 seg. E.C.G. en la derivación II, (D_{II}).

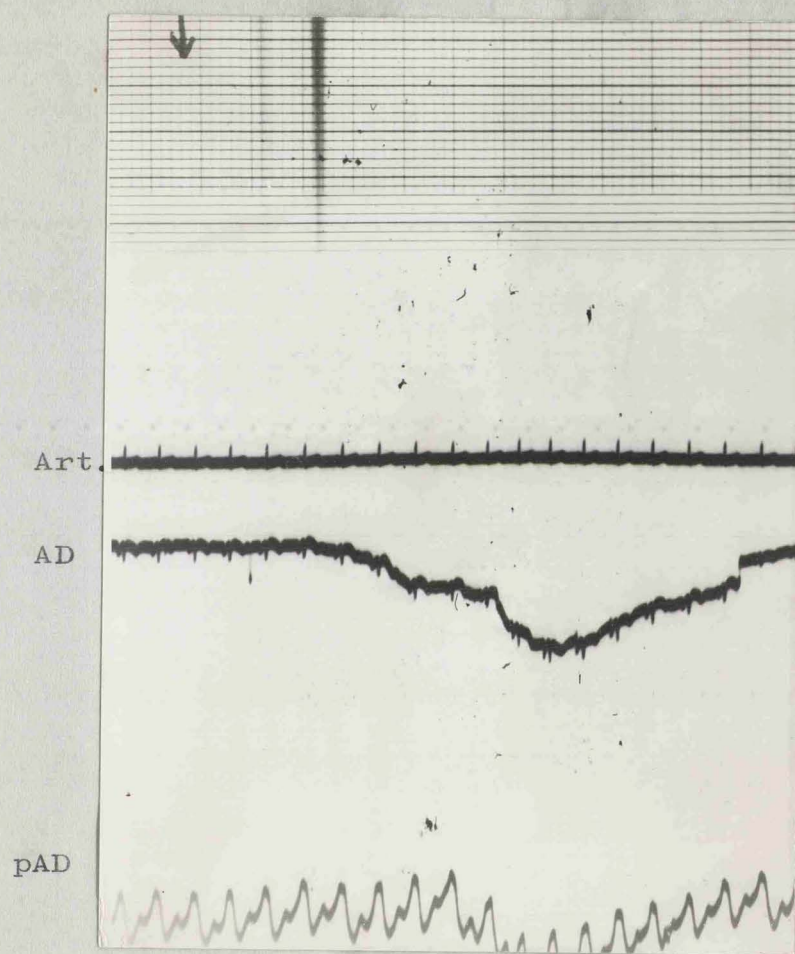


Fig. 58. Caso 3. (Ductus). Inyección de suero con hidrógeno en vena del brazo. Registro en aurícula derecha (AD) con T. de aparición = 2,6 seg. Registro en arteria sistémica (Art.) sin desplazamiento de la línea. Presiones en aurícula derecha (pAD).

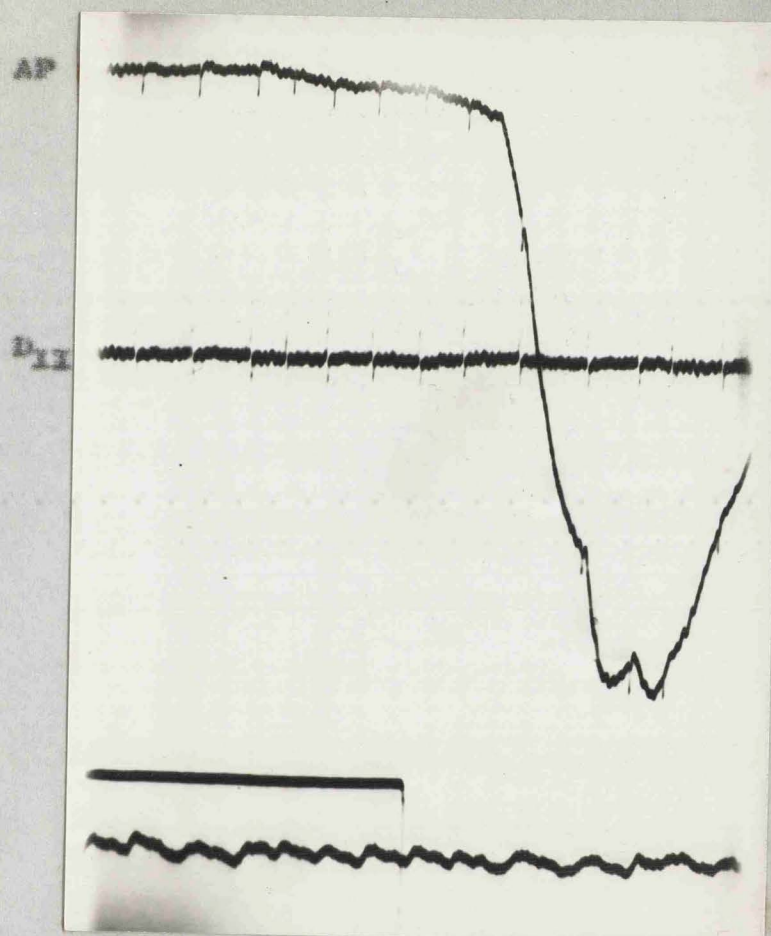


Fig. 59. Caso 34. (Insuficiencia aórtica). Inyección de suero con hidrógeno en vena cava superior. Registro en arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 1,6 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

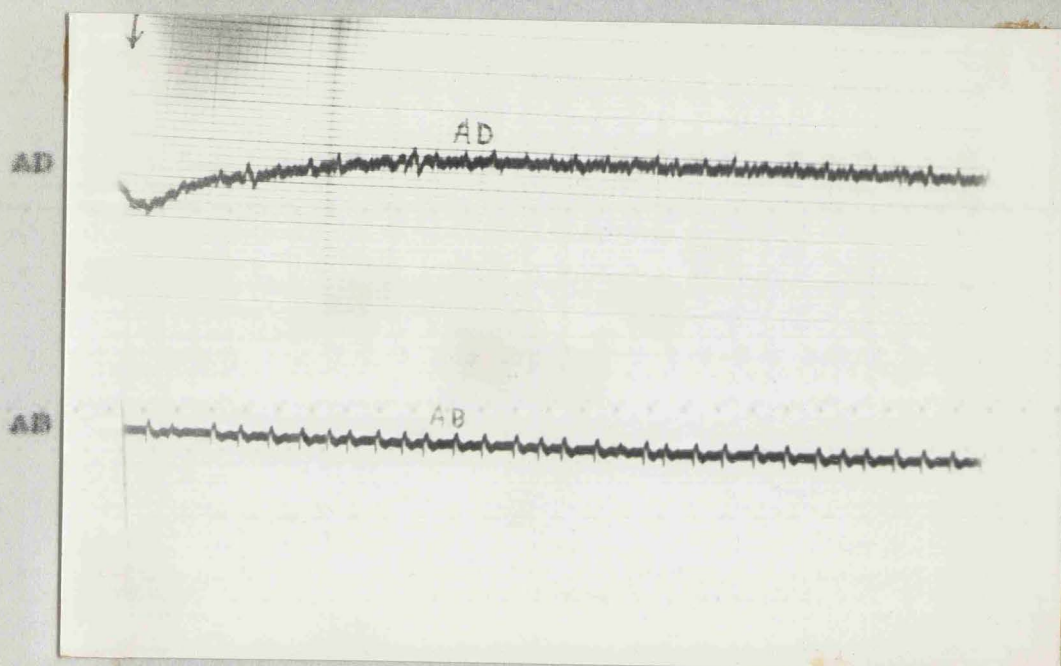


Fig. 60. Caso 2. (Estenosis mitral). Inyección de suero con hidrógeno en la aurícula derecha (AD) mediante catéter electrodos. Registro en el mismo lugar con deflexión inmediata por el suero de la inyección. Registro en arteria braquial (AB) que no muestra deflexión.

valo de 6,4 seg. (Fig. 56). El registro se hace en la aurícula derecha. En el caso 33 se registró un intervalo de 4,6 seg. (Fig. 57). En cambio en dos enfermos con estado circulatorio hiperquinético portadores de ductus arterioso e insuficiencia aórtica (casos 3 y 34) los tiempos de circulación han sido respectivamente de 2,6 y 1,6 seg. (Fig. 58 y 59).

3.- Inyección de suero con hidrógeno en las cámaras cardíacas derechas y registro con electrocatéter en el sistema arterial sistémico.

Se ha realizado la prueba en 8 enfermos de los cuales había 5 en los que no existía evidencia alguna de shunt derecha-izquierda, resultando la prueba negativa en todos. En el caso 2 (Fig. 60), la inyección se hace en aurícula derecha a través de un catéter electrodo que muestra una deflexión inmediata, pero el registro simultáneo con otro catéter situado en una arteria sistémica muestra una línea plana.

En dos enfermos se hizo registro simultáneo con electrocatéter en arteria sistémica y en una cámara cardíaca distal a la inyección, apareciendo deflexión clara en la cámara distal

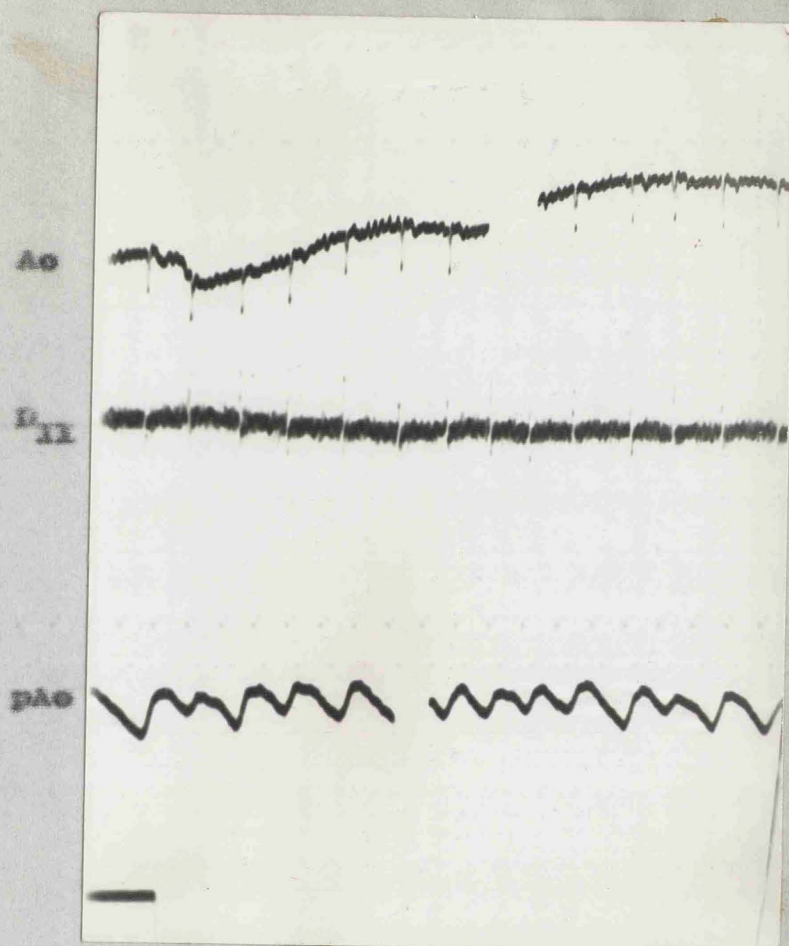
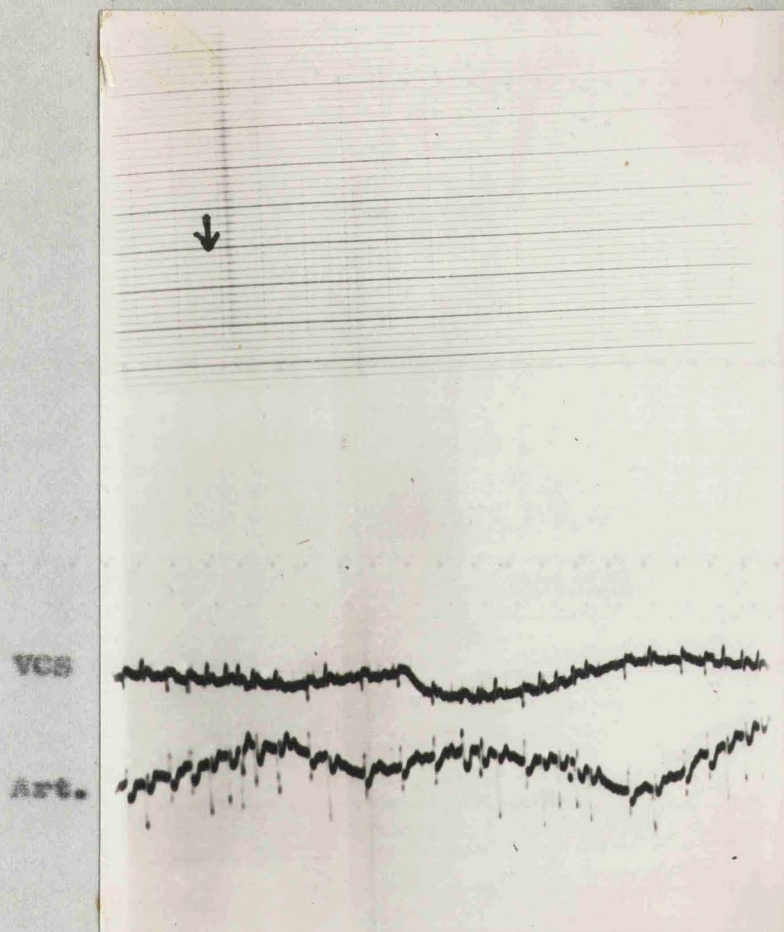


Fig. 61. Caso 34. Inyección de suero con hidrógeno en vena cava superior. Registro en Aorta (Ao). No hay desplazamiento. E.C.G. en la derivación II (D_{II}). Presiones en Ao (pAo).



Fila. 62. Caso 13. (Estenosis mitral) Insuficiencia tricúspide).
Inyección de suero con hidrógeno en ventrículo derecho.
Registro en arteria sistémica (Art.) y en vena cava su-
perior (VCS). No hay desplazamiento.

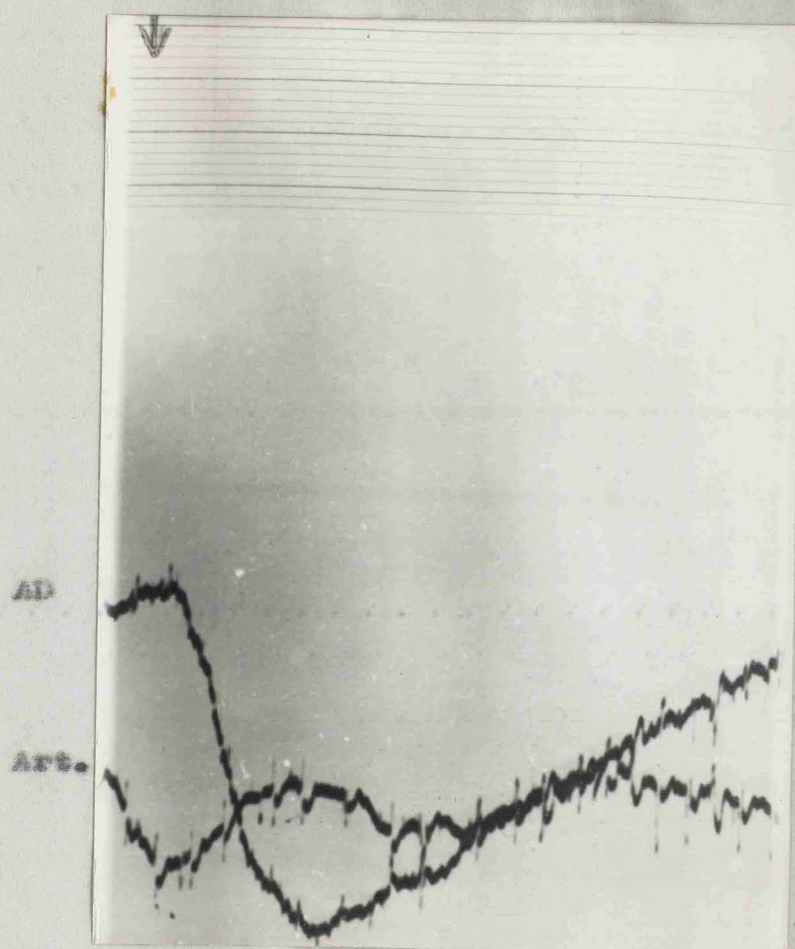


Fig. 63. Caso 13. Inyección de suero con hidrógeno en ventrículo derecho. Registro en aurícula derecha (AD) con desplazamiento a 1 seg. indicativo de insuficiencia tricúspide. Registro en Arteria sistémica (Art.) sin desplazamiento.

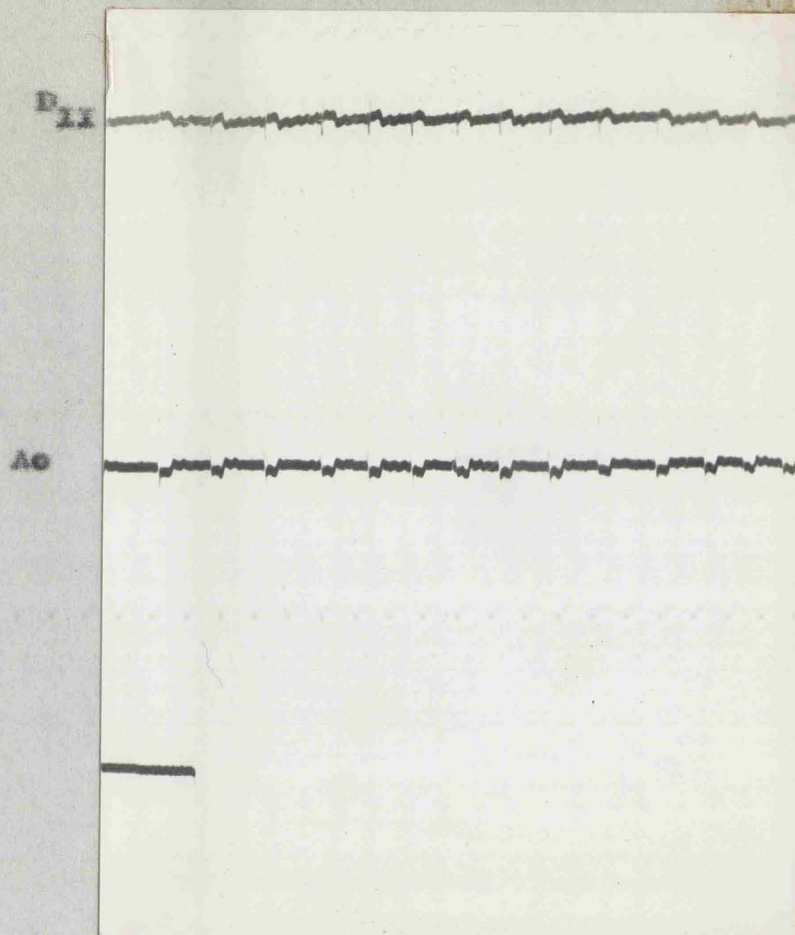


Fig. 64. Caso 31 (Doble lesión mitral). Inyección de suero con hidrógeno en vena cava superior. Registro en aorta (Ao) sin desplazamiento. E.C.G. en derivación II (D_{II}).

y una línea isoelectrica en la arteria sistémica, como muestra la figura 58 que corresponde al caso 3. En el caso 34 el registro por separado, pero usando el mismo catéter, evidenció deflexión clara en la cámara derecha (Fig. 59) con un tiempo de circulación de 1,6 seg. (la inyección se hizo en la vena cava superior y el registro en la arteria pulmonar), pero el registro en la arteria sistémica no muestra deflexión (Fig. 61). Otros ejemplos similares tenemos en el caso 13, enfermo con valvulopatía reumática, en el que se hicieron dos inyecciones en ventrículo derecho y registro en el sistema arterial sin evidenciarse deflexión. El registro simultáneo con otro catéter en vena cava superior no muestra deflexión (Fig. 62) mientras que el registro en aurícula derecha (Fig. 63) muestra una curva clara, indicativa de insuficiencia tricúspide.

En el caso 31 (doble lesión mitral) se registró en aorta tras inyección en vena cava superior sin evidenciarse curva alguna. (Fig. 64).

En este estudio se incluye un enfermo con estenosis pulmonar infundibular y comunicación interventricular confirmadas (caso 32), en el que se presentaba el diagnóstico diferencial

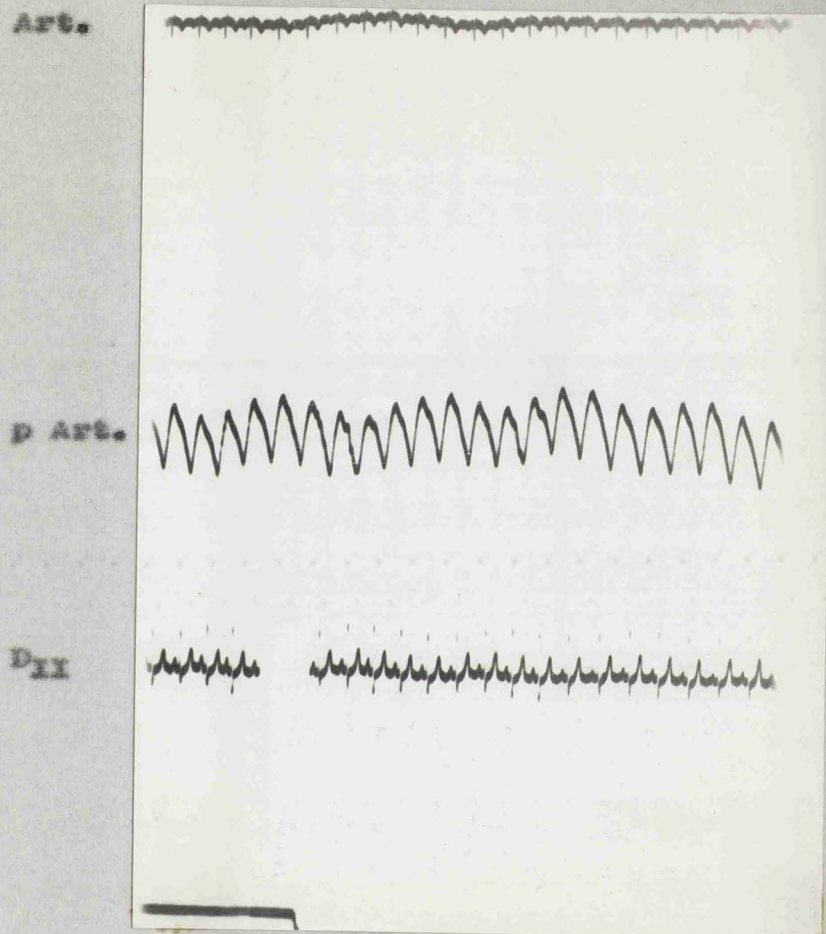


Fig. 65. Caso 32 (Comunicación intersauricular. Estenosis pulmonar). Inyección de suero con hidrógeno en arteria pulmonar. Registro en arteria sistémica (Art.) sin desplazamiento. Presiones en la misma arteria (pArt.) E.C.G. en derivación II (D_{II}).

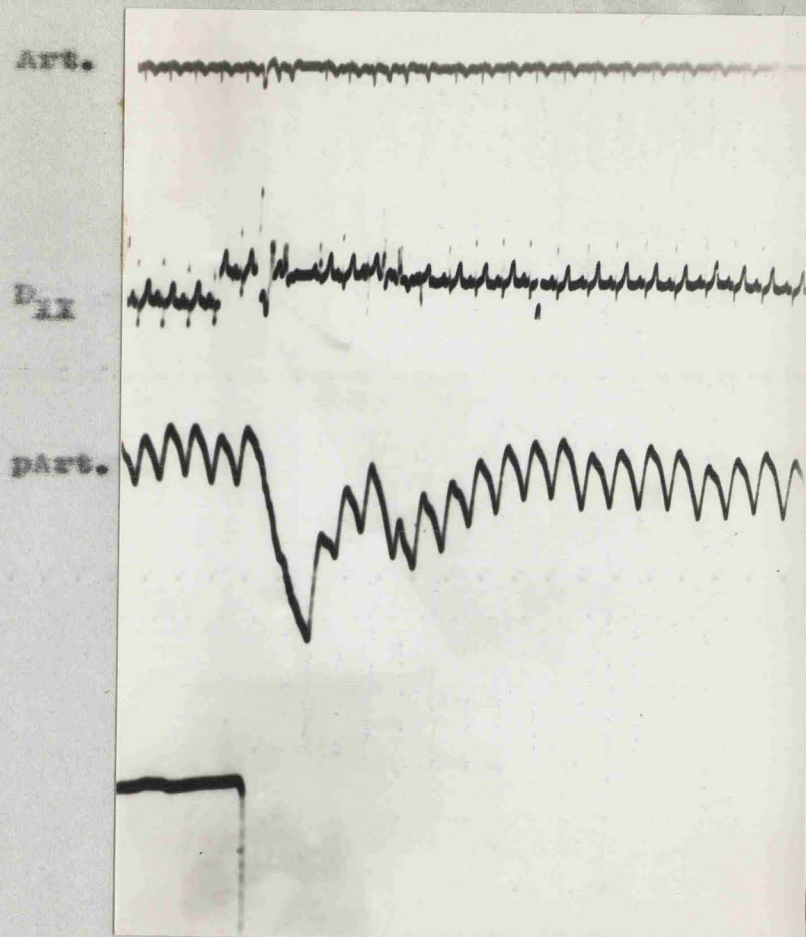


Fig. 66. Caso 32. Inyección de suero con hidrógeno en ven
trículo derecho. Registros como en la Fig. 65.
No hay desplazamientos.

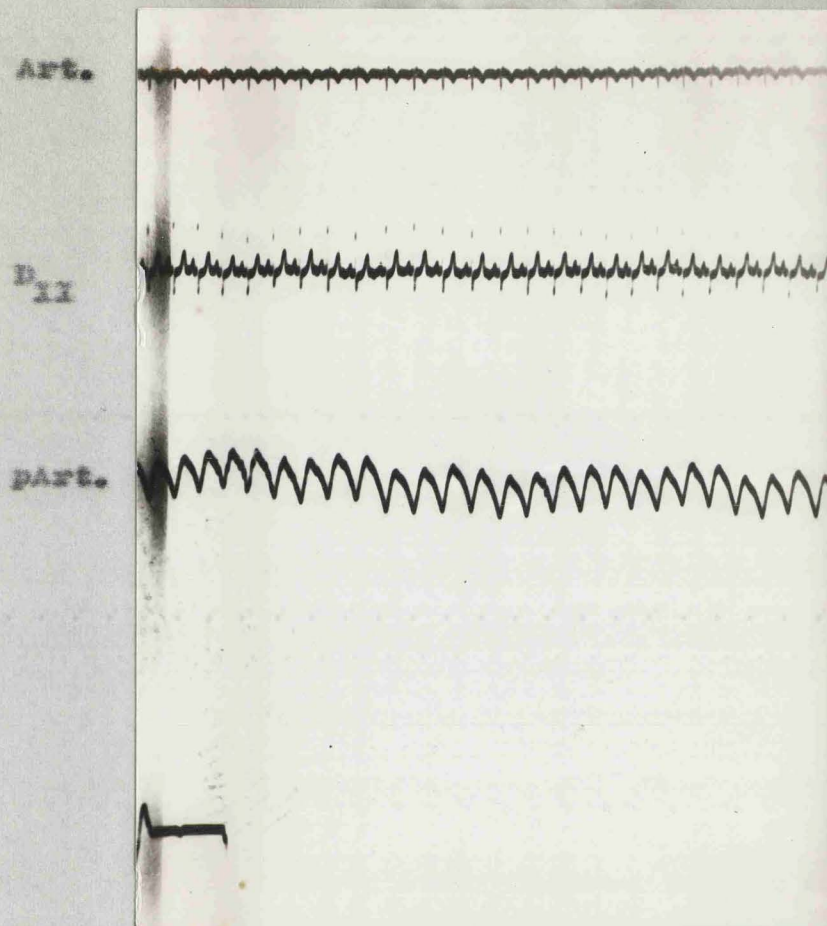
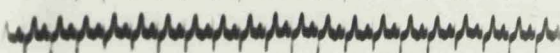


Fig.. 67. Caso 32. Inyección de suero con hidrógeno en surcú
cula derecha. Registros como en la Fig. 65. No hay
desplazamientos.

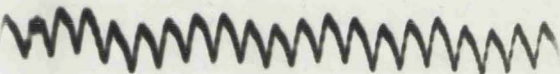
Art.



P_{II}



part.



—

Fig. 68. Caso 32. Inyección de suero con hidrógeno en vena cava superior. Registro como en la Fig. 65. No hay desplazamientos.

con Fallot acianótico. Después de la inyección de suero con hi
drógeno en las cámaras derechas no se pudo detectar deflexión
en el registro realizado en una arteria sistémica. Las figuras
65, 66, 67 y 68 muestran las gráficas correspondientes a las
inyecciones realizadas en la arteria pulmonar, ventrículo dereg
cho, aurícula derecha y vena cava superior. La sensibilidad del
catéter estaba comprobada, pues se había utilizado previamente
en las cámaras derechas localizando un shunt interventricular
izquierda-derecha. En otro enfermo con hipertensión pulmonar
importante y cianosis por mala ventilación alveolar se hizo la
prueba inyectando en vena cava superior y cámaras cardíacas de
rechas sin obtener deflexión en el registro efectuado con elec
trocatéter en la aorta (caso 37). La inyección se hace en arte
ria pulmonar (Fig. 69), ventrículo derecho (Fig. 70), aurícula
derecha (Fig. 71) y vena cava superior (Fig. 72), lo que excluy
ye el diagnóstico de situación Eisenmenger, como posteriormente
se comprobó en la necropsia.

Sólo se estudio un enfermo (caso 10) en el que se config
uró el diagnóstico de shunt derecha-izquierda debido a un trunc
cus arterioso tipo I evidenciado en un cateterismo previo. En

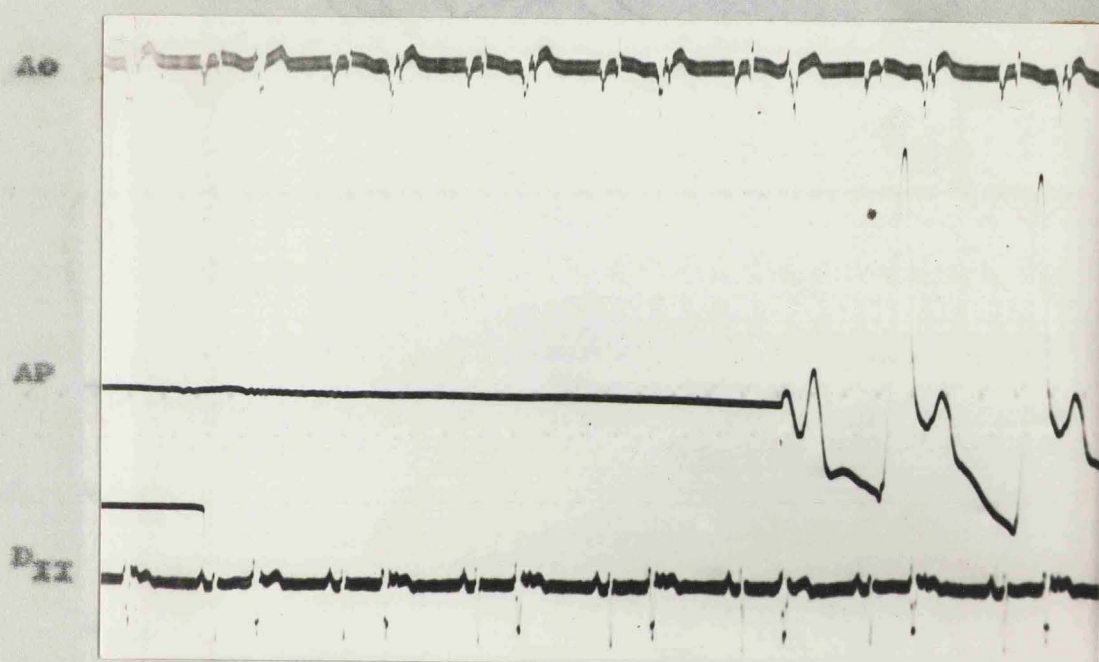


Fig. 69. Caso 37. (Hipertensión pulmonar). Inyección de suero con hidrógeno en arteria pulmonar (AP) con registros de presiones al terminar la inyección. Registros en aorta (Ao) sin desplazamiento. E.C.G. en derivación II (D_{II}).

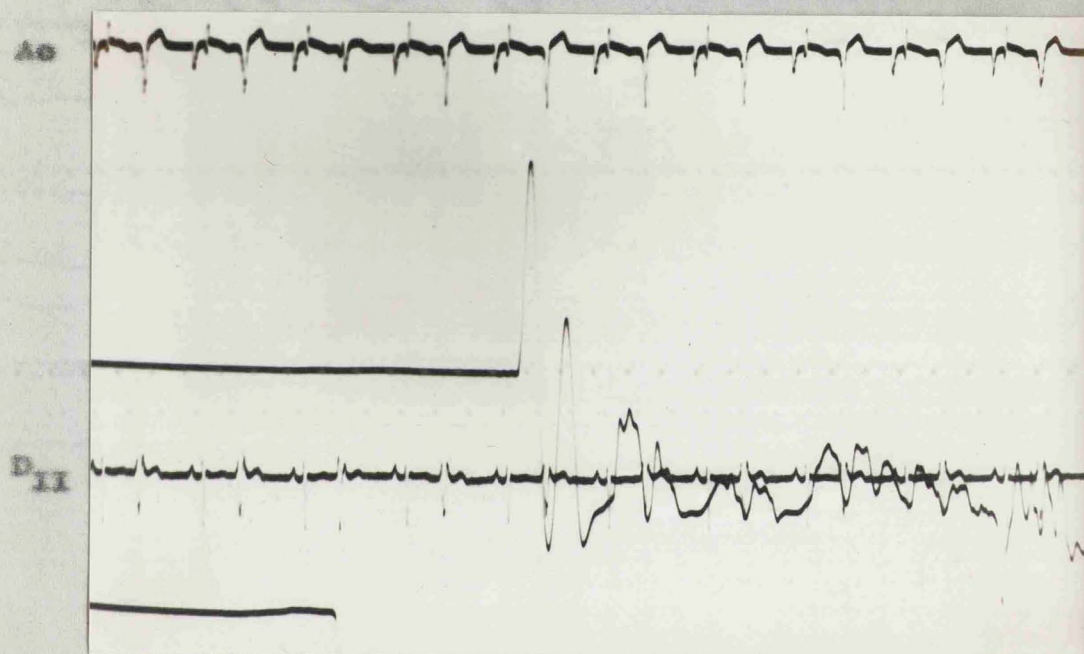


Fig. 70. Caso 37. Inyección de suero con hidrógeno en ventrículo derecho. Registro como en la Fig. 69. No hay desplazamiento.

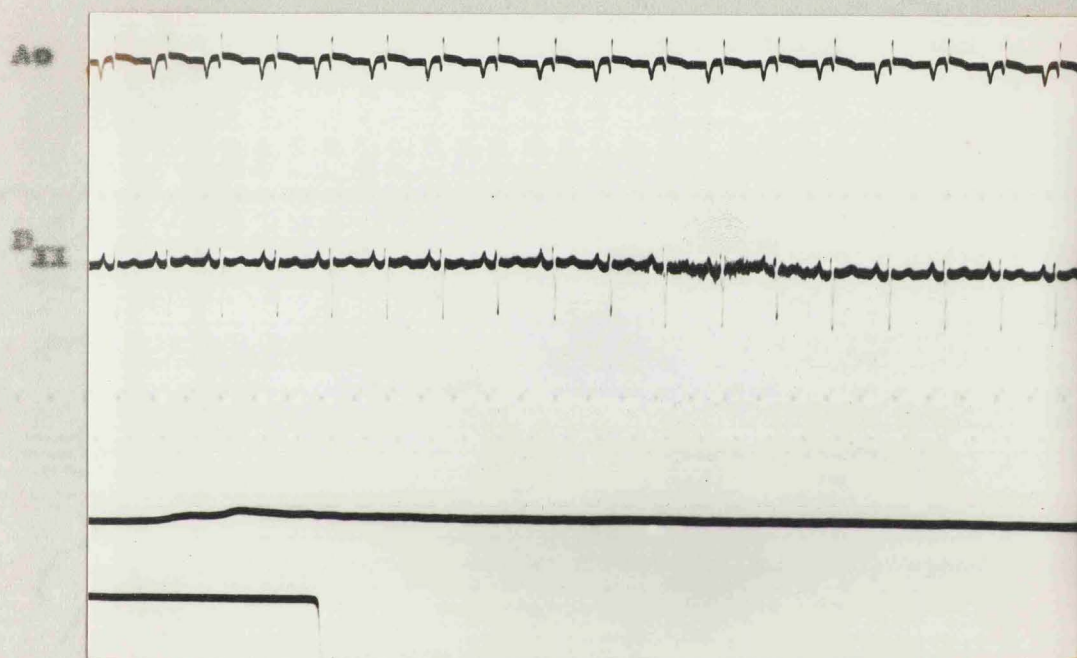


Fig. 71. Caso 37. Inyección de Suero con hidrógeno en aurícula derecha. Registros como en la Fig. 69. No hay desplazamientos.

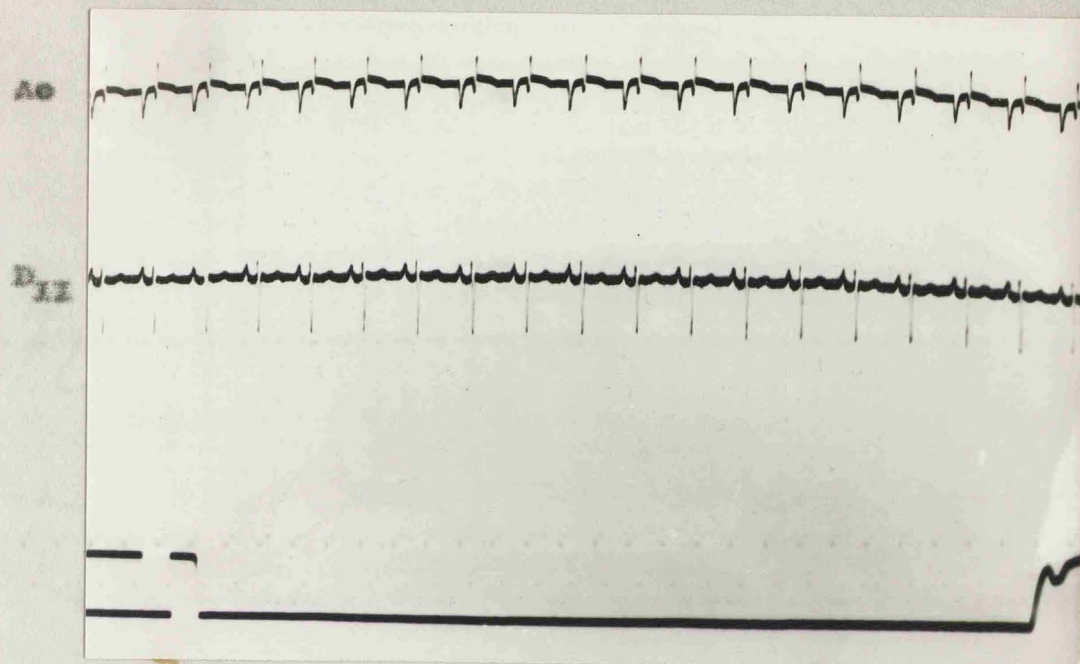


Fig. 72. Caso 37. Inyección de suero con hidrógeno en vena cava superior. Registro como en la Fig. 69. No hay desplazamientos.

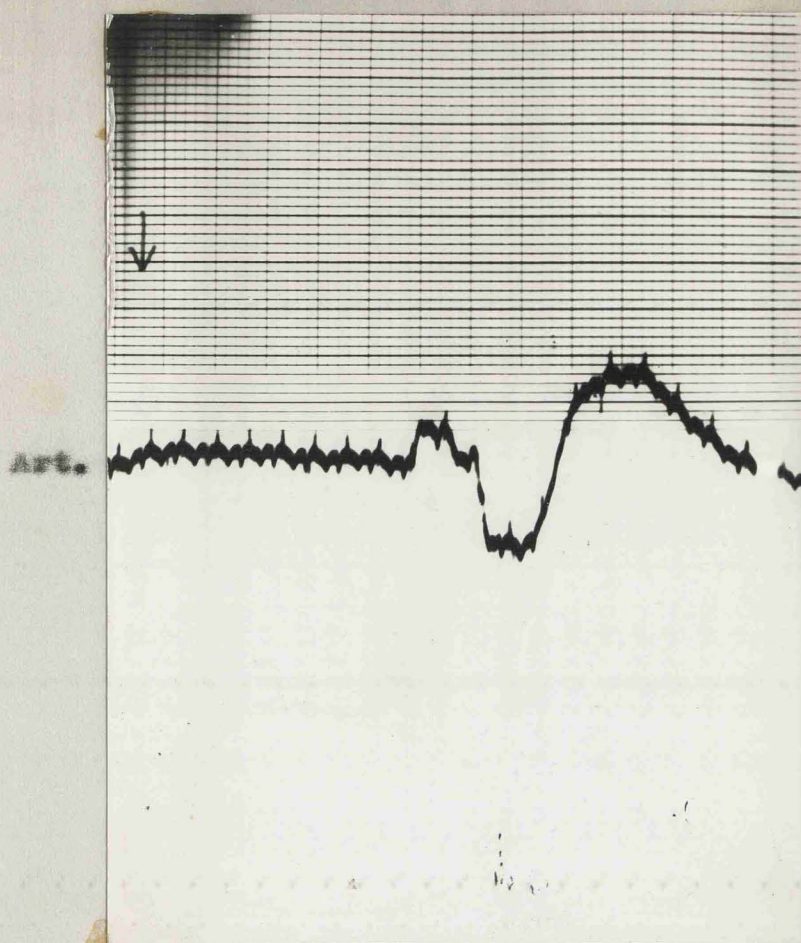


Fig. 73. Case 10 (Tronco arterioso coarctado). Inyección de suero con hidrógeno en vena del brazo. Registro en arteria sistémica (Art.). T. de aparición = 5,4 seg.

esta ocasión sólo se pretendía hacer aortografía para lo cual se practicó cateterismo de aorta en la que se colocó un electrocatéter. La inyección de suero con hidrógeno se hizo en una vena periférica. La deflexión fué clara a los 5,4 seg. (Fig. 73), lo que demuestra la existencia de shunt derecha-izquierda aunque no se pueda con esta sola inyección localizar el nivel del cortocircuito.

4.- Inyección de suero saturado con el hidrógeno para el estudio de las insuficiencias valvulares.

Para el diagnóstico de posibles insuficiencias valvulares se estudiaron con inyección de suero saturado con hidrógeno las válvulas pulmonar y tricúspide en tres enfermos con valvulopatía reumática. En dos, sin evidencia de insuficiencia pulmonar se inyectó suero con hidrógeno a través de un catéter situado en el tronco de la arteria pulmonar. El registro se hace con otro catéter en ventrículo derecho sin que se detecte curva en ninguno de los dos casos. En tres enfermos, dos con evidencia clínica de insuficiencia tricúspide y otro con el diagnóstico auscultatorio de estenosis tricúspide se hizo inyección de suero

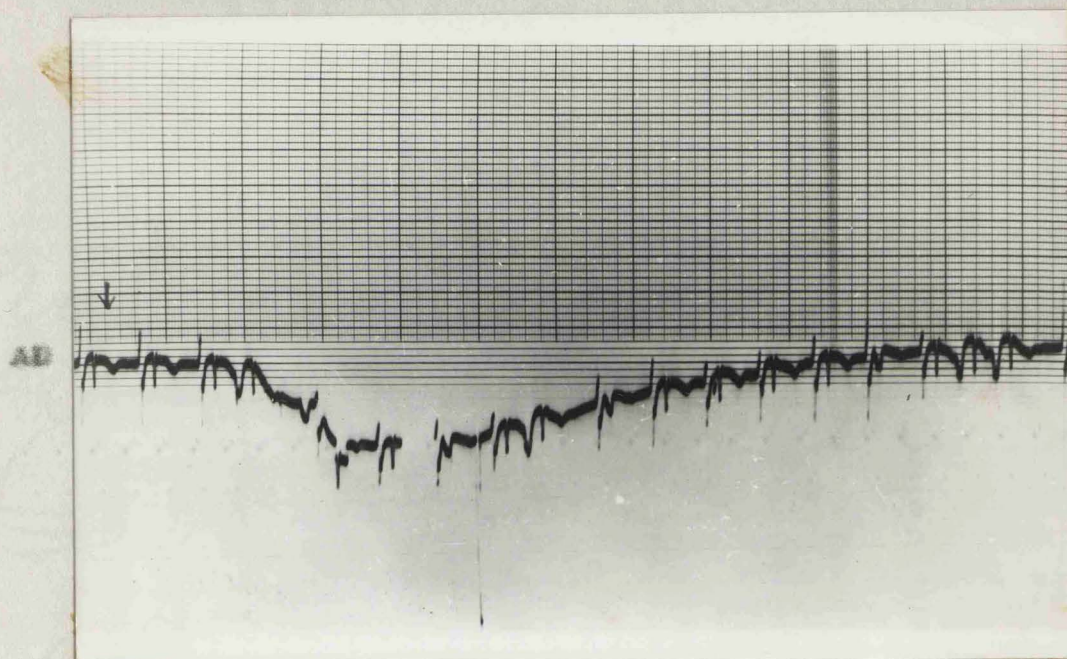


Fig. 74. Caso 16 (Estenosis mitral; Doble lesión tricuspidal).
Inyección de suero con hidrógeno en ventrículo dere-
cho. Registro en aurícula derecha (AD). T. de apari-
ción = 1,8 seg.

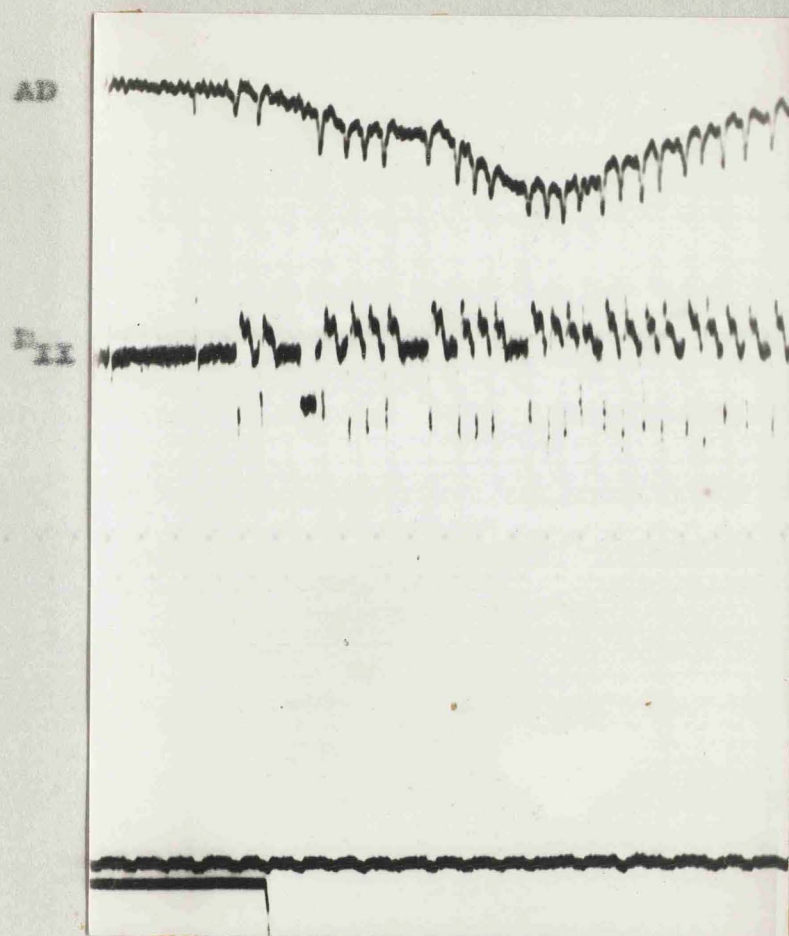


Fig. 75. Caso 3^a. (Polivalvular). Inyección de suero con hidrógeno en ventrículo derecho. Registro en aurícula derecha (AD). T. de aparición = 1 seg. E.C.G. en derivación II (P_{II}).

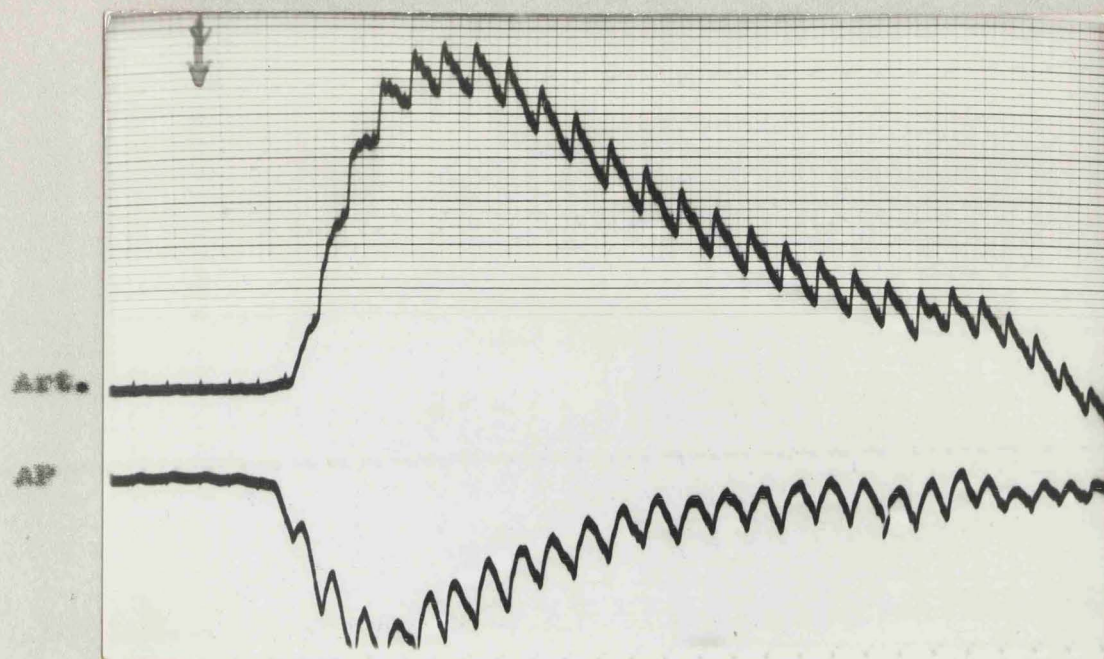


Fig. 76. Caso 3. (Ductus arterioso persistente). Registro en arteria sistémica (Art.) y en arteria pulmonar (AP), con desplazamientos simultáneos a 1,5 seg. de la inhalación.

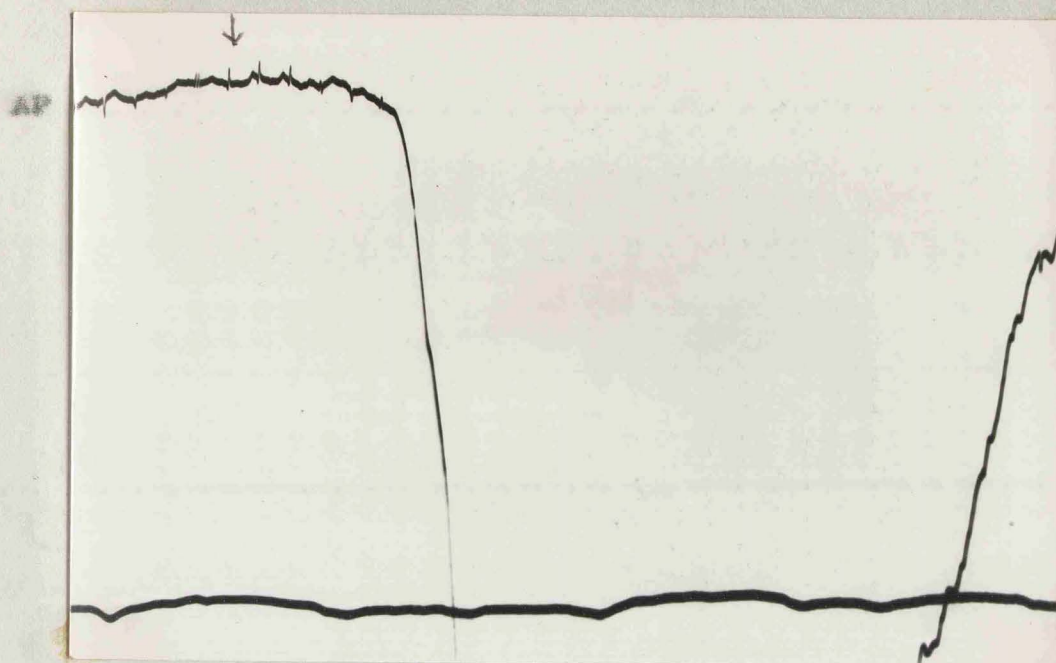


Fig. 77. Caso 21 (Ductus. Comunicación interventricular). Registro en arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 3 seg.

ro en el ventrículo derecho a través de catéter que pasa por la válvula tricúspide. En los tres enfermos se registró curva de desplazamiento con el electrocatéter en la aurícula derecha mientras que no apareció en el registro realizado en la vena cava superior en un caso en que se registró (como muestra la Fig. 62) y que corresponde al caso 13.

Los intervalos entre comienzo de la inyección y aparición de la curva fueron de 1 seg. a 1,8 seg. en dos de ellos, sin descontar el tiempo de llegada del suero al ventrículo derecho. En el caso 13 (Fig. 63) el tiempo de aparición es de 1 seg., mientras que no hay curva en vena cava superior (Fig. 62). En el caso 16 (Fig. 74) el tiempo de aparición es de 1,8 seg. En el tercer enfermo caso 34 (Fig. 75) los registros efectuados muestran un intervalo de 1 seg. con curva poco evidente, pero el registro muestra muchos extrasístoles en el electrocardiograma que posiblemente no permitieron una contracción ventricular eficaz más precoz. A los tres segundos la deflexión es muy clara.

5.- Curvas por inhalación en enfermos con shunt izquierda-derecha.

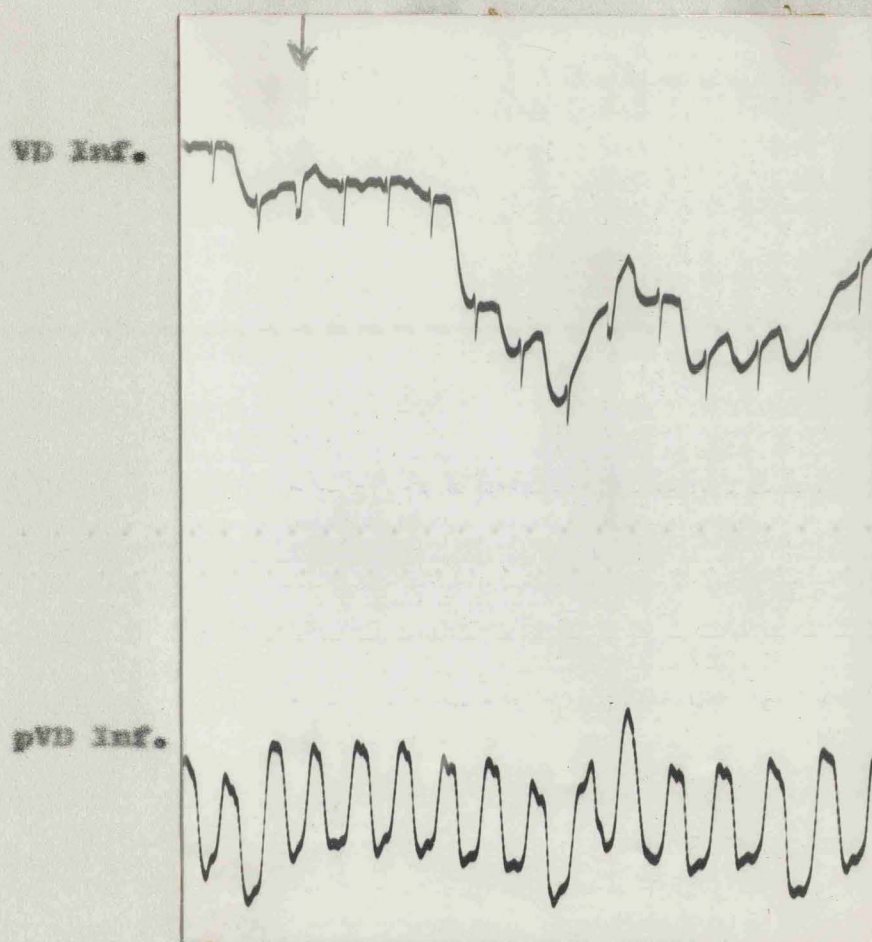


Fig. 76. Caso 21. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con T. de aparición = 3.1 seg. Preguntas en el mismo lugar (pVD Inf.).

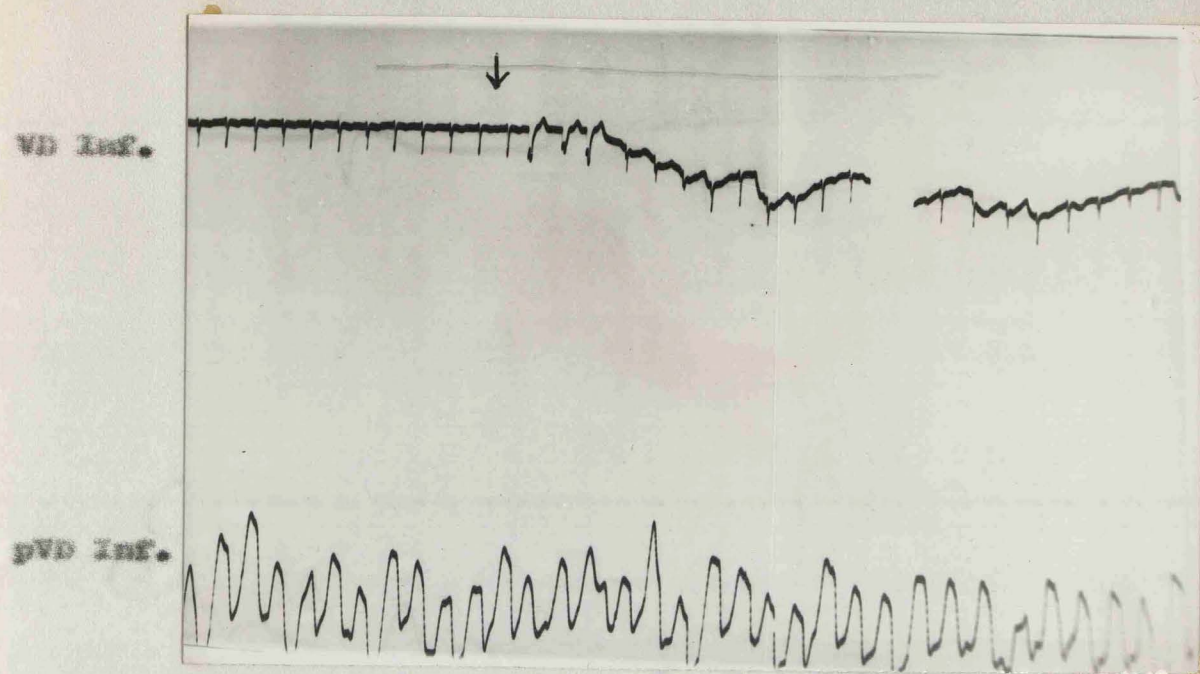


Fig. 79. Caso 21. Datos como en la Fig. 78. T. de aparición
de la curva = 3,2 seg.

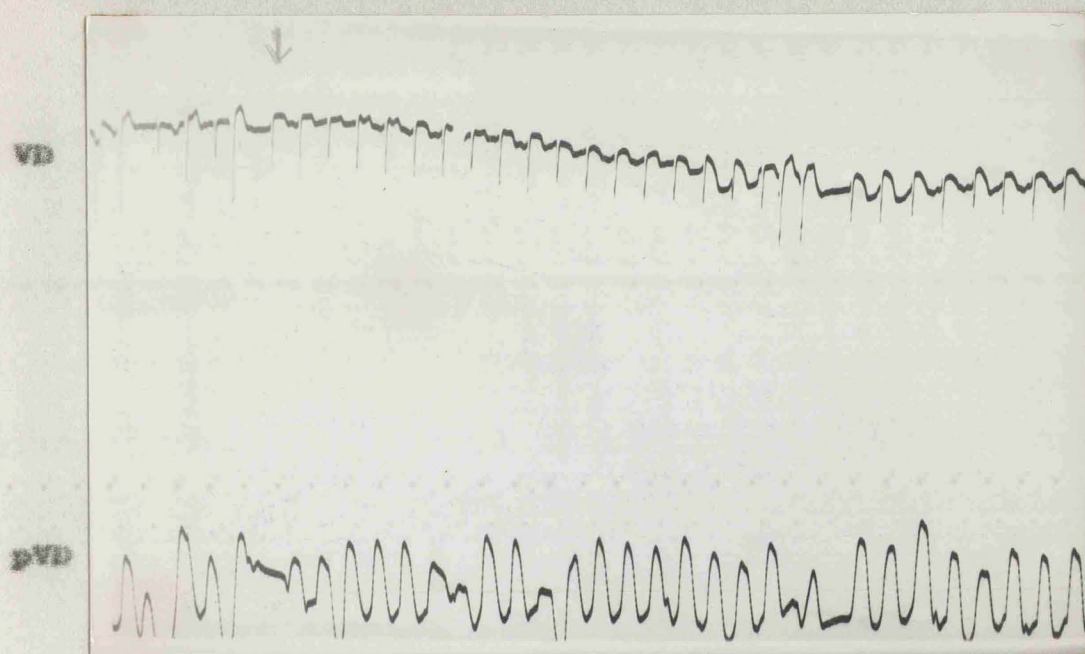


Fig. 80. Caso 21. Registro en el cuerpo del ventrículo derecho (VD) con T. de aparición a 12 seg. Presiones en el mismo sitio (pVD).

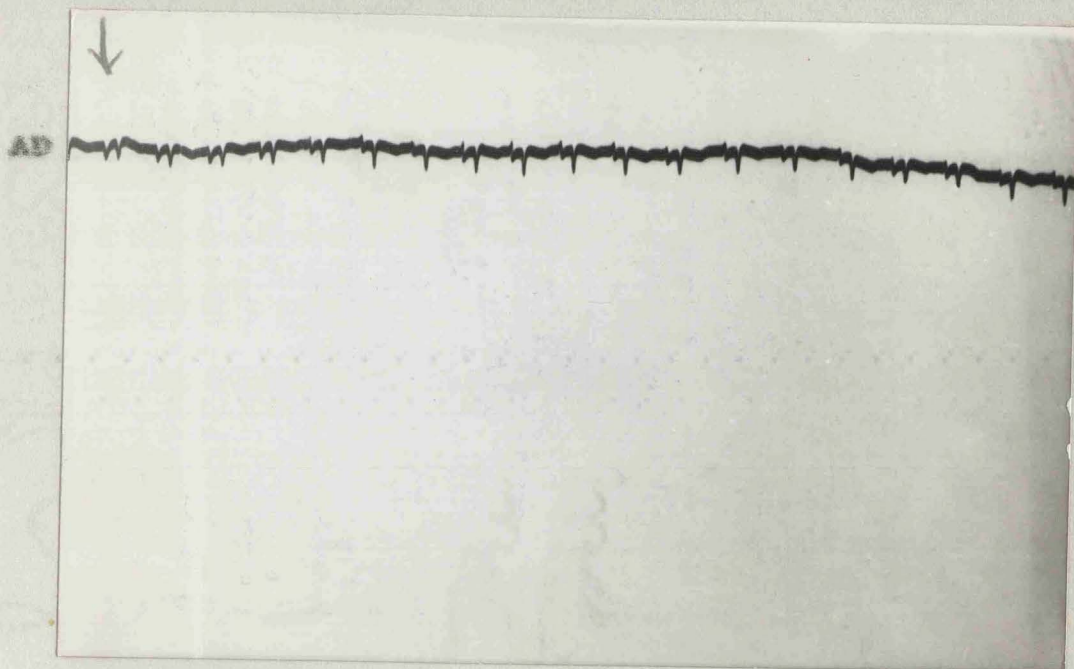


Fig. 81. Caso 21. Registro en aurícula derecha (AD) con T.
de aparición = 13 seg.

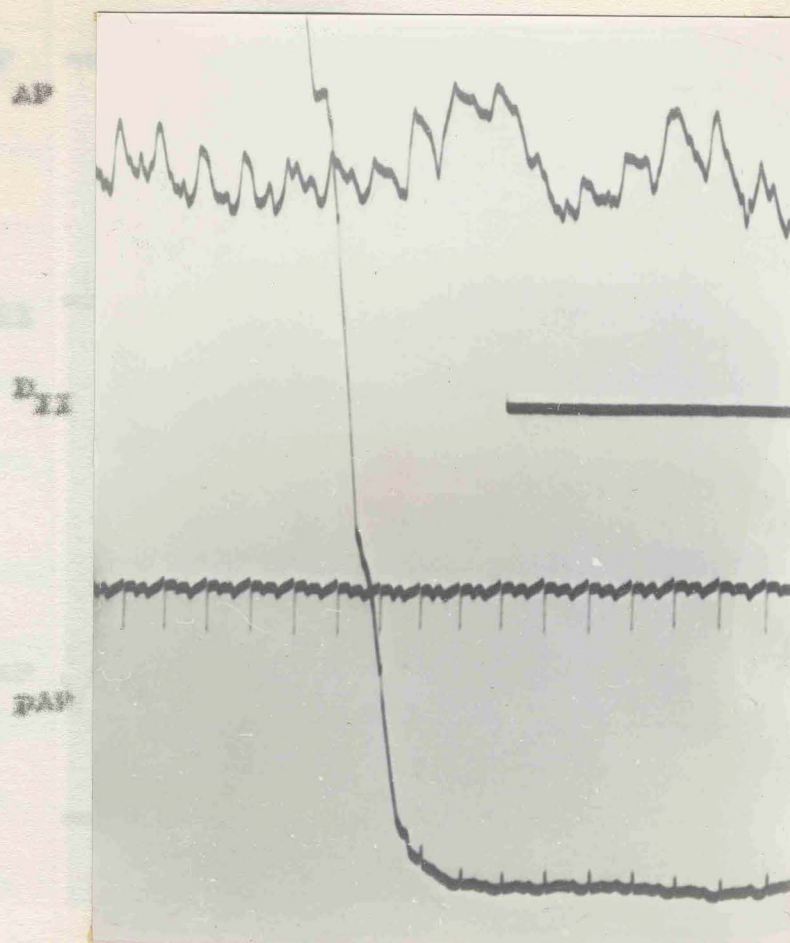


Fig. 82. Caso 30 (Ductus arterioso persistente). Registro en arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 12 seg. Presiones en el mismo lugar (PAP). E.C.G. en derivación II (D_{II}).

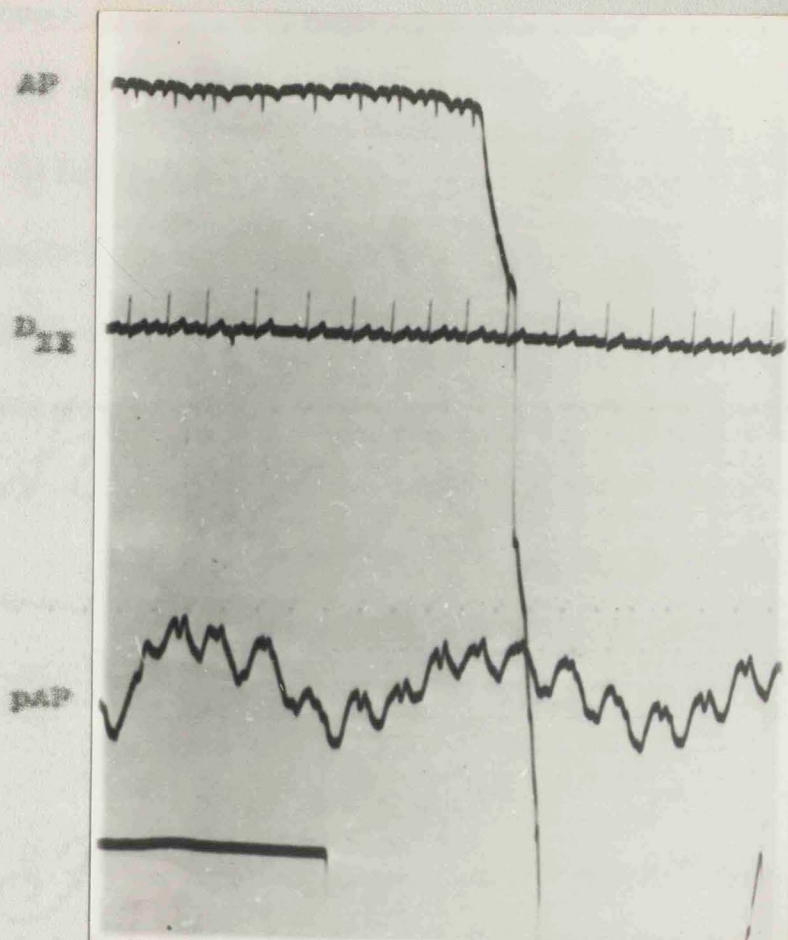


Fig. 83. Case 30. Dates como en la Fig. 82. T. de aparición
de la curva = 2,4 seg.

a) Ductus arterioso persistente.

Se han estudiado tres enfermos con el diagnóstico de ductus arterioso que se confirmó quirúrgicamente. El tiempo de aparición de la curva en la arteria pulmonar osciló de 1,2 seg. (Caso 30) (Fig. 82) a 3 seg. (Caso 21) (Fig. 77). Otros registros mostraron un intervalo de 2,4 seg. (Caso 30) (Fig. 83) y 1,5 seg. (Caso 3) (Fig. 76). En este último enfermo el registro simultáneo realizado en la arteria sistémica y arteria pulmonar muestra una deflexión simultánea.

El tiempo de aparición en las cámaras próximas al cortocircuito (ventrículo derecho y aurícula derecha) ha oscilado entre 7 seg. (Caso 30) (Fig. 86) registrado en la aurícula derecha y 13 seg. (Caso 21) (Fig. 81) también realizado en la aurícula derecha de otro enfermo. El intervalo en otros registros ha sido de 12 seg. (Caso 21) (Fig. 80) 7,2 seg. (Caso 30) (Fig. 85) y 7,4 seg. (Caso 30) (Fig. 84), el último se registró en el infundíbulo del ventrículo derecho y los dos primeros en el cuerpo del ventrículo.

El enfermo 21 mostró un tiempo de aparición en el infundíbulo del ventrículo derecho de 3,1 seg. y 2,2 seg. (Fig. 78

CUADRO IV

COMUNICACION INTERAURICULAR
(T. de apar. de la curva)

Caso nº	AP	VD	AD	VCS
18	1,3	1,3	2,4	11,8 10,8
20	2,4 1,6	1,9	1,5 0,8	11,4 12,8
a) 23			1,2 1,6	16
29	1,8	1,4	1	13,2
35	1,8	1,2	0,8 1,2	11,5
36	2,4	2,4	1	11

COMUNICACION INTERVENTRICULAR
(T. de apar. de la curva)

Caso nº	AP	VD inf.	VD	AD y VCS
14	1,6 1,6	2,3	2,6(x) 3,8(x)	7 7,8 8
21	3,5 3	3,1 3,6	12	15
22	1,5		1	6,5
24	1,6	1,6 1,6	5 7 9,2	5,5
b) 25	2 1,6	2,3		8,6 9,8
27	2 0,8	1,7 1,2	2,3 1,8 1,9	5,2 7,4
32	1,8	1,7	5,6	6,2
38	1,8 0,7	0,5 0,9	1,3(x)	3,9

(x) = Curvas mínimas.

y 79) similar al obtenido en la arteria pulmonar (Fig. 77), pero muy inferior al recogido en la aurícula derecha (Fig. 81) y en el cuerpo del ventrículo derecho (Fig. 80). El enfermo fué sometido a ligadura del ductus persistiendo un soplo pansistólico que se interpreta como debido a comunicación interventricular pequeña. El fono intracardíaco que se registró en el momento del cateterismo presenta un soplo continuo en la arteria pulmonar y un soplo sistólico en el infundíbulo del ventrículo derecho, lo que apoya también a este diagnóstico.

b) Comunicación interventricular.

Se han estudiado ocho enfermos (cuadro IV b) de los cuales 5 tenían el diagnóstico clínico de comunicación interventricular. Uno estaba diagnosticado de ductus y en el estudio con hidrógeno se comprueba además la existencia de un shunt interventricular como se comentó en el apartado anterior (caso 21). Otro enfermo tenía el diagnóstico de situación Eisenmenger, tras un cateterismo realizado en otro servicio en el que se comprobó una hipertensión pulmonar, pero no se pudo demostrar cortocircuito izquierda-derecha en la determinación de la saturación de oxígeno. El estudio con hidrógeno demostró un shunt in-

terventricular y la cineangiocardiografía con inyección en ventrículo izquierdo confirmó la existencia de un defecto septal alto y amplio (caso 38).

El enfermo restante tenía el diagnóstico clínico de estenosis pulmonar y las curvas del hidrógeno demostraron también un shunt interventricular, llegándose después del cateterismo al diagnóstico de tetralogía de Fallot leve con shunt izquierda derecha.

Los tiempos de aparición de la curva han oscilado de 0,7 seg. a 3 seg. en arteria pulmonar y el infundíbulo del ventrículo derecho con valores medios entre 1,5 y 2 seg. En el cuadro IV b se agrupan los tiempos de aparición correspondientes a estos 8 enfermos. Los tiempos señalados con una (X) corresponden a registros realizados en el cuerpo del ventrículo derecho que muestran un desplazamiento mínimo aunque precoz.

En el caso 14 el registro en la arteria pulmonar (Fig. 87) mostró un tiempo de aparición de 1,6 seg. y en el infundíbulo del ventrículo derecho 2,3 seg. (Fig. 88).

En el caso 22 el intervalo en arteria pulmonar ha sido de

VD Inf.

D_{II}

pVD Inf.

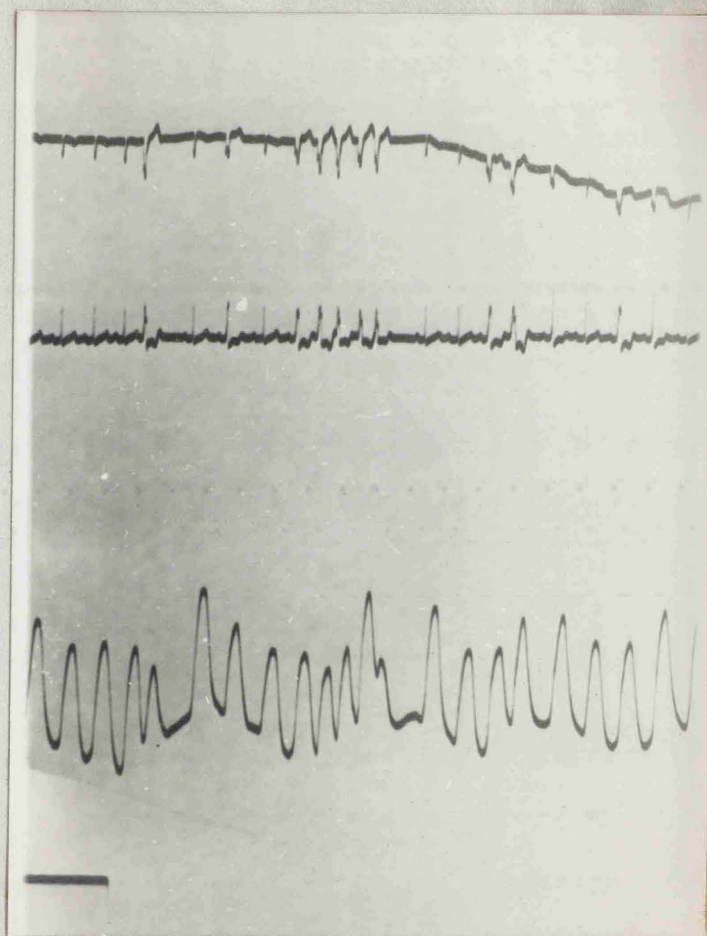


Fig. 64. Caso 30. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con T. de aparición = 7,4 seg. Presiones en el mismo lugar (pVD Inf.) y E.C.G. en derivación II (D_{II}).

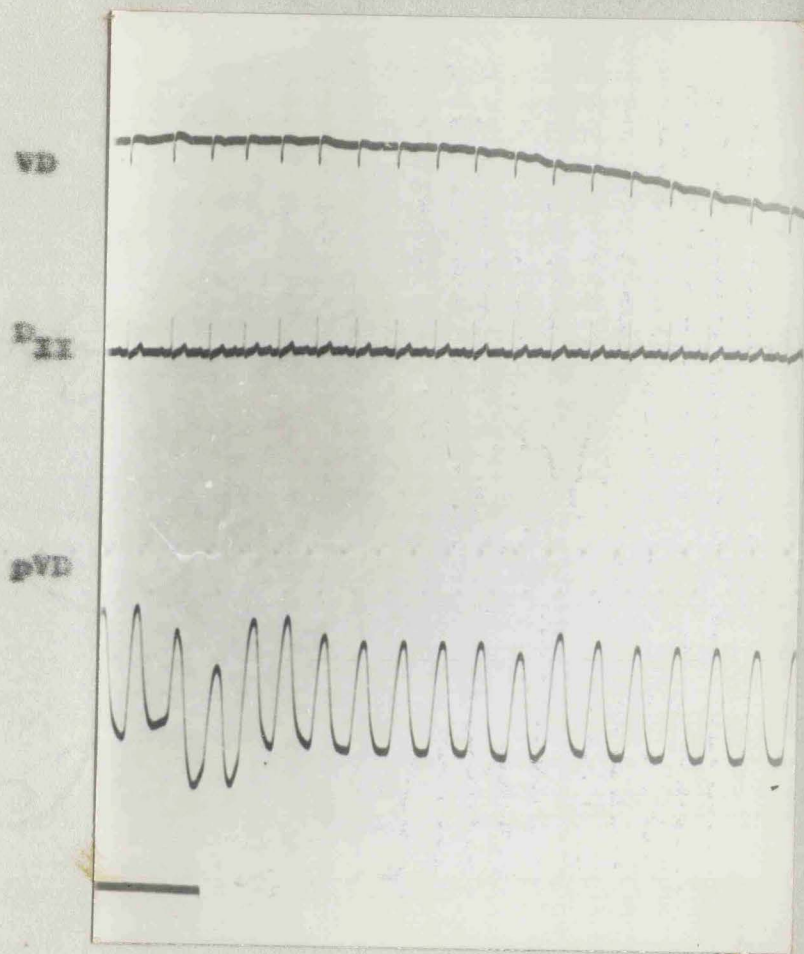


Fig. 85. Caso 30. Registro en el ventrículo derecho (VD) con
T. de aparición = 7,2 seg. Presiones en el ventrículo
derecho (pVD) y E.C.G. en derivación II (D_{II}).

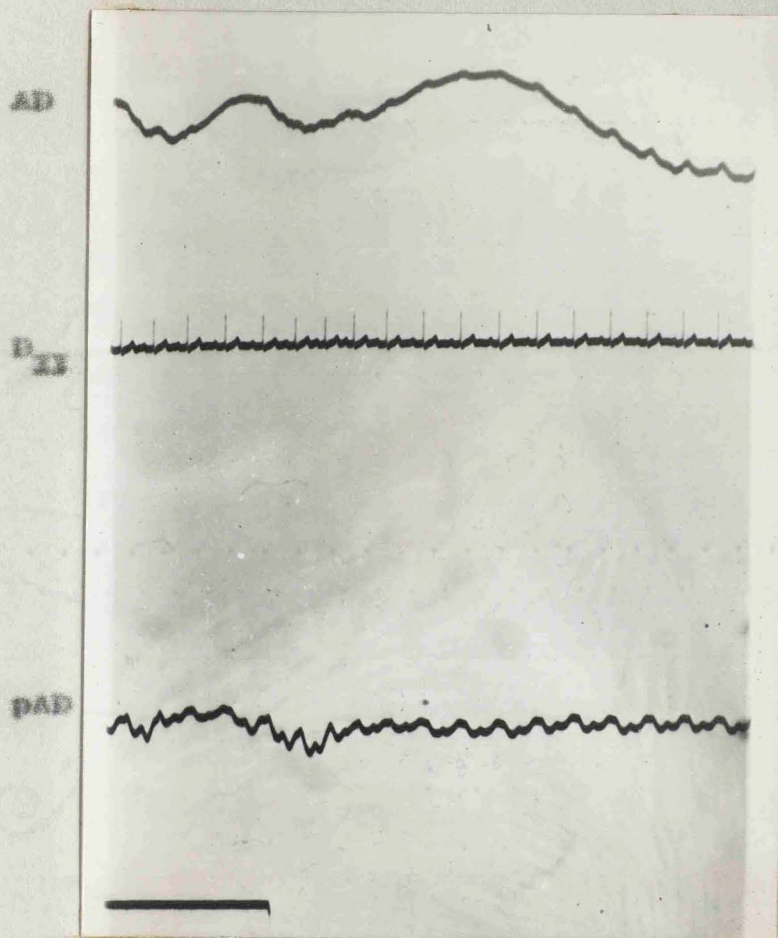


Fig. 86. Caso 30. Registro en la aurícula derecha (AD) con T.
de aparición = 7 seg. Presiones en el mismo lugar
(PAD) y P.C.C. en Derivación II (D_{II}).

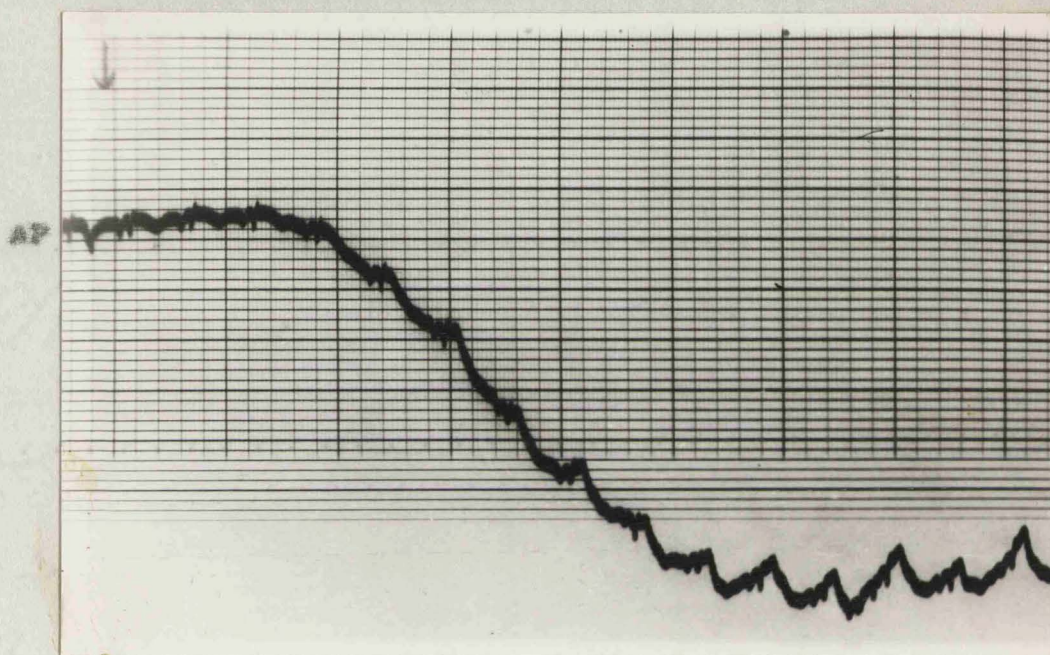


Fig. 87. Caso 14 (Comunicación interventricular). Registro en
arteria pulmonar (AP). T. de aparición = 1,6 seg.

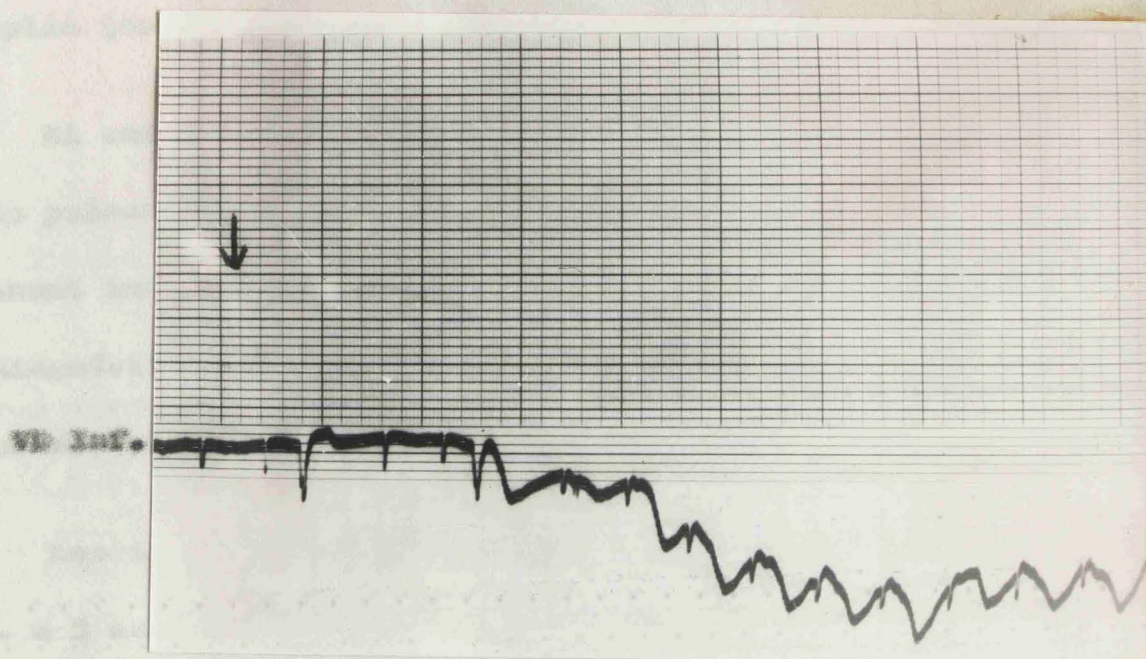


Fig. 58. Caso 14. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con T. de período = 2,5 seg.

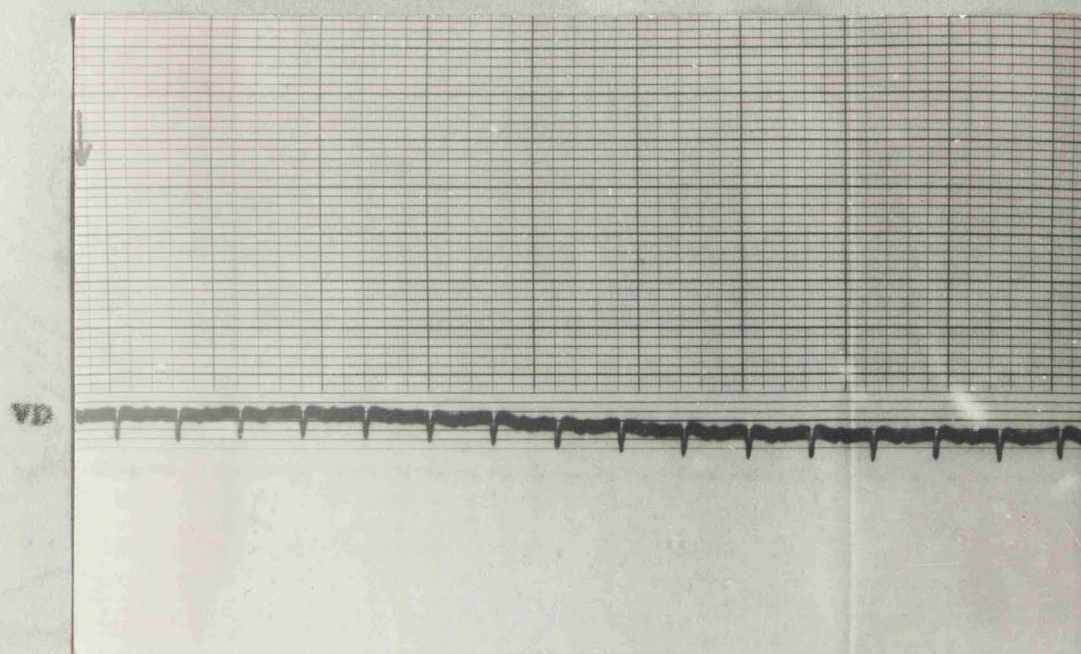


Fig. 89. Caso 14. Registro en el cuerpo del ventrículo derecho (VD). Curva mínima a 3,8 seg.

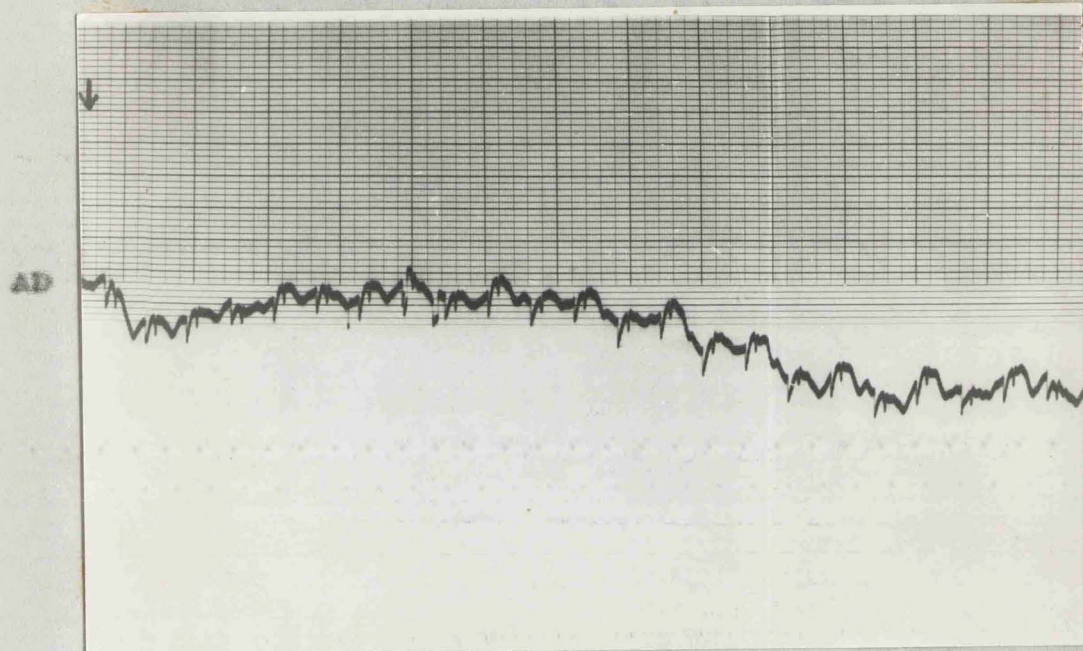


Fig. 90. Caso 14. Registro en aurícula derecha (AD). Tiempo de aparición = 7 seg.

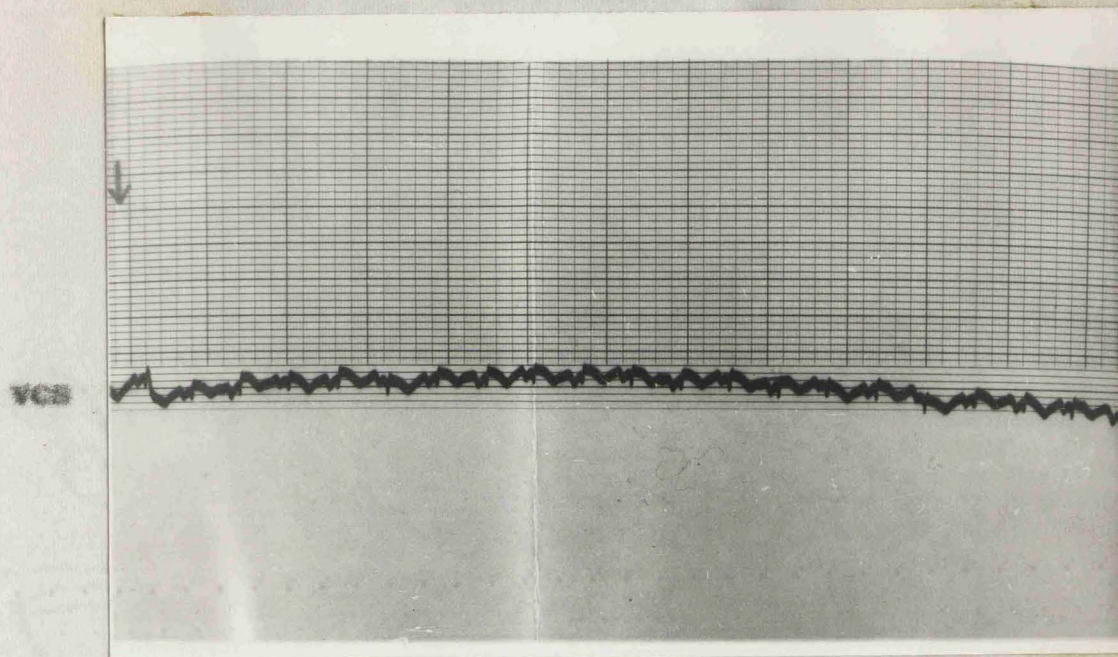


Fig. 91. Case 16. Registro en vena cava superior (VCS). T.
de aparición = 7,8 seg.

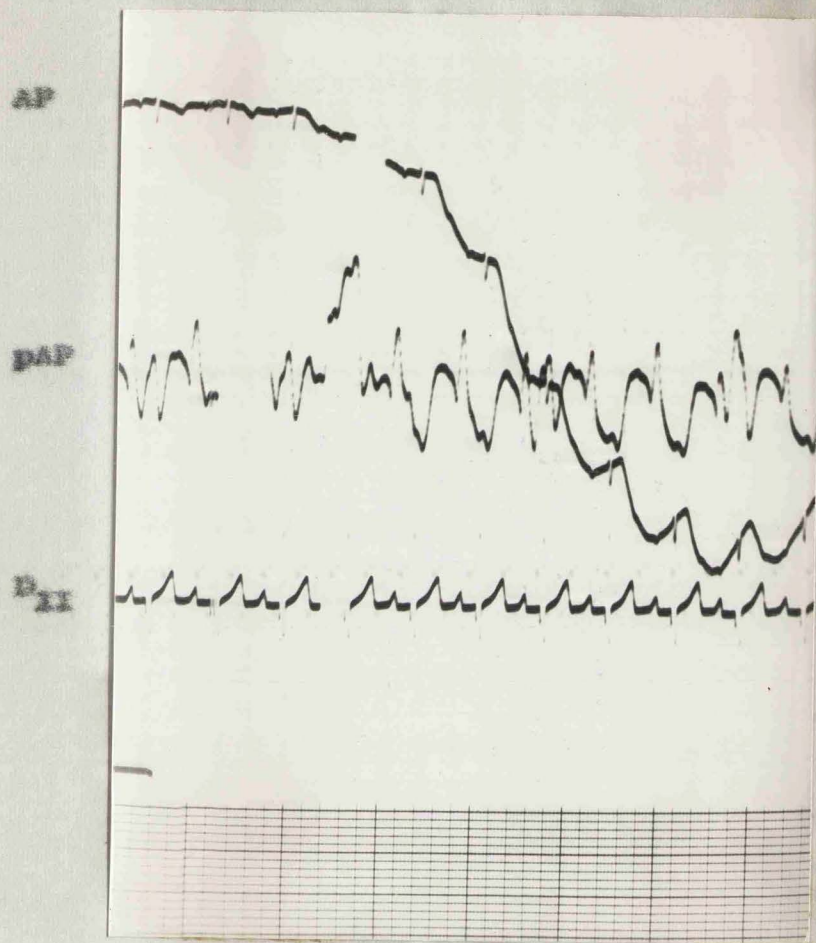


Fig. 92. Caso 22 (Comunicación interventricular). Registro en arteria pulmonar (AP) con I. de aparición = 1,6 seg. Presiones en el mismo lugar (PAP) y E.C.G. en derivación II (D_{II}).

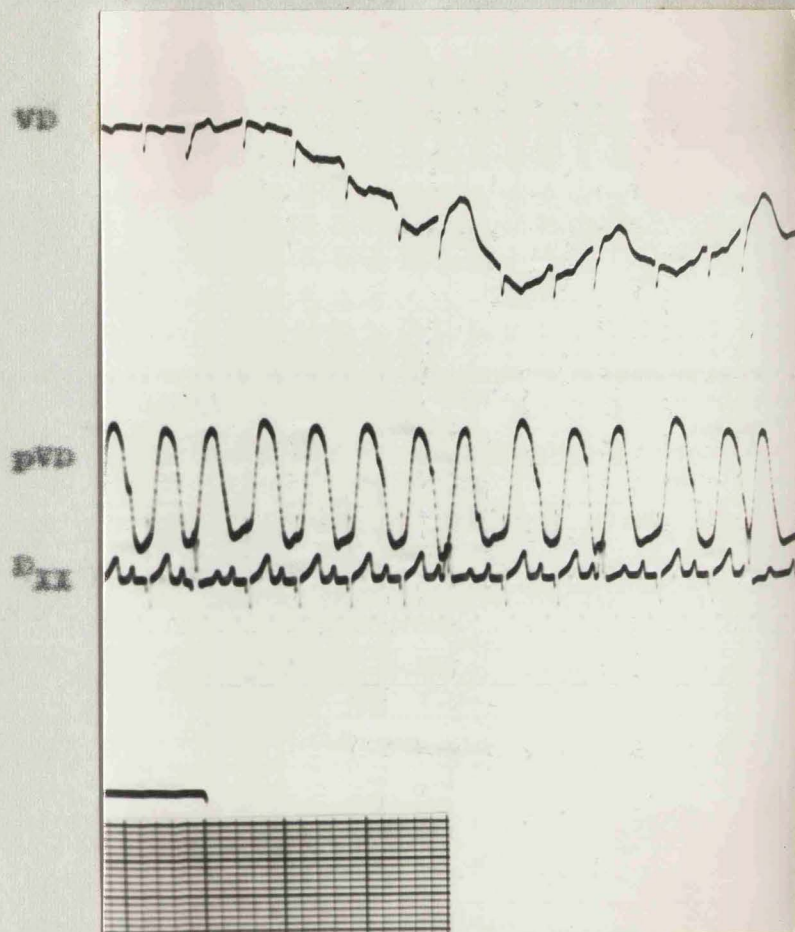


Fig. 93. Caso 22. Registro en el ventrículo derecho (VD) con
T. de aparición = 1 seg. Presiones en el mismo lu-
gar (pVD). E.C.G. en derivación II (E_{II}).

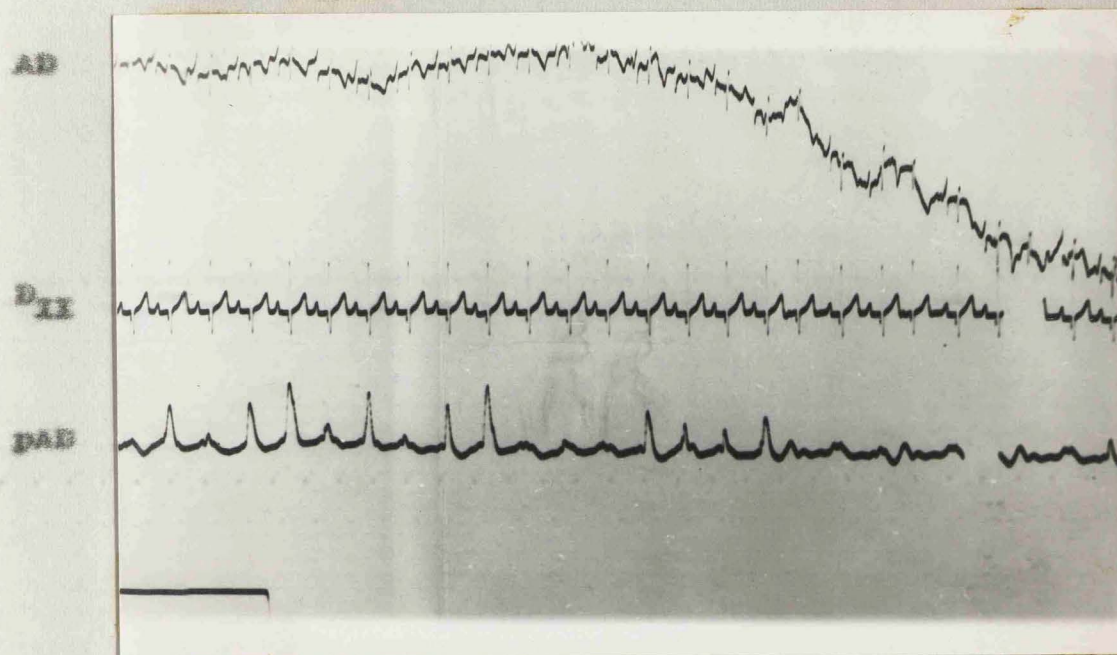


Fig. 94. Case 22. Registro en la aurícula derecha (AD) con T. de apertura = 6,5 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}) y presiones en la aurícula derecha (PAD) con artefactos por la proximidad del catéter a la válvula tricúspide.

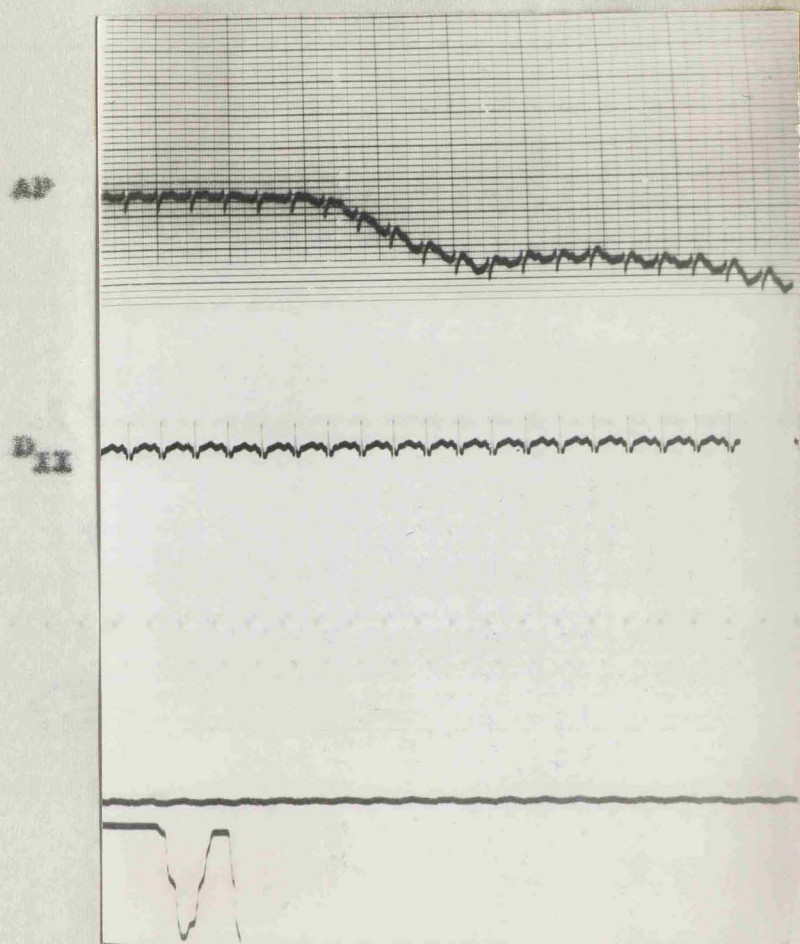


Fig. 93. Caso 24 (Comunicación interventricular). Registro en la arteria pulmonar (AP). T. de aparición = 1, 6 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

1,6 seg. (Fig. 96) y en la derivación II (Fig. 97) en 1,7 seg.

En el caso 24, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 1,6 seg.

En el caso 25, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 1,7 seg.

En el caso 26, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 1,8 seg.

En el caso 27, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 1,9 seg.

En el caso 28, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,0 seg.

En el caso 29, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,1 seg.

En el caso 30, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,2 seg.

En el caso 31, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,3 seg.

En el caso 32, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,4 seg.

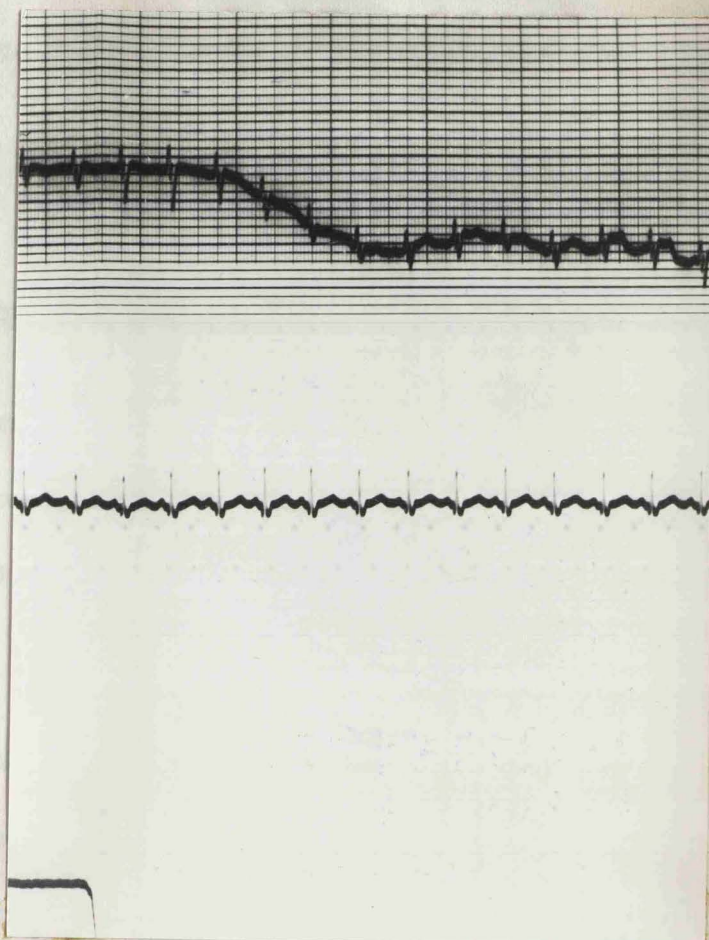
En el caso 33, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,5 seg.

En el caso 34, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,6 seg.

En el caso 35, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,7 seg.

En el caso 36, el tiempo de aparición de la fibrilación ventricular es de 2,8 seg.

Fig. 96. Caso 24. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) T. de aparición = 1,6 seg. I.C.G. en la derivación II (D_{II}).



1,6 seg. (Fig. 92) y en el ventrículo derecho (Fig. 93) de 1 seg.

En el caso 24 el intervalo ha sido de 1,6 seg. en arteria pulmonar (Fig. 95) y en el infundíbulo del ventrículo derecho (Fig. 96).

En el caso 25, en la arteria pulmonar era de 2 seg. (Fig. 99) y en infundíbulo (Fig. 100) 2,3 seg.

Los registros en el caso 27 han mostrado un intervalo de 2 seg. en la arteria pulmonar (Fig. 102) 1,7 seg. en el infundíbulo (Fig. 103) y 1,8 seg. en el cuerpo del ventrículo derecho (Fig. 104).

El registro en la arteria pulmonar en el caso 32 mostró un tiempo de aparición de la curva de 1,8 seg. (Fig. 106) y 1,7 seg. (Fig. 107) en el infundíbulo.

Finalmente hemos obtenido en el caso 38 los siguientes intervalos: 1,8 seg. en la arteria pulmonar (Fig. 110) 0,7 seg. en el tronco de la arteria pulmonar (Fig. 111), 0,9 seg. en el infundíbulo del ventrículo derecho (Fig. 112) y 1,3 seg. en el ventrículo derecho (Fig. 113). Sólo un enfermo (caso 21) pre-

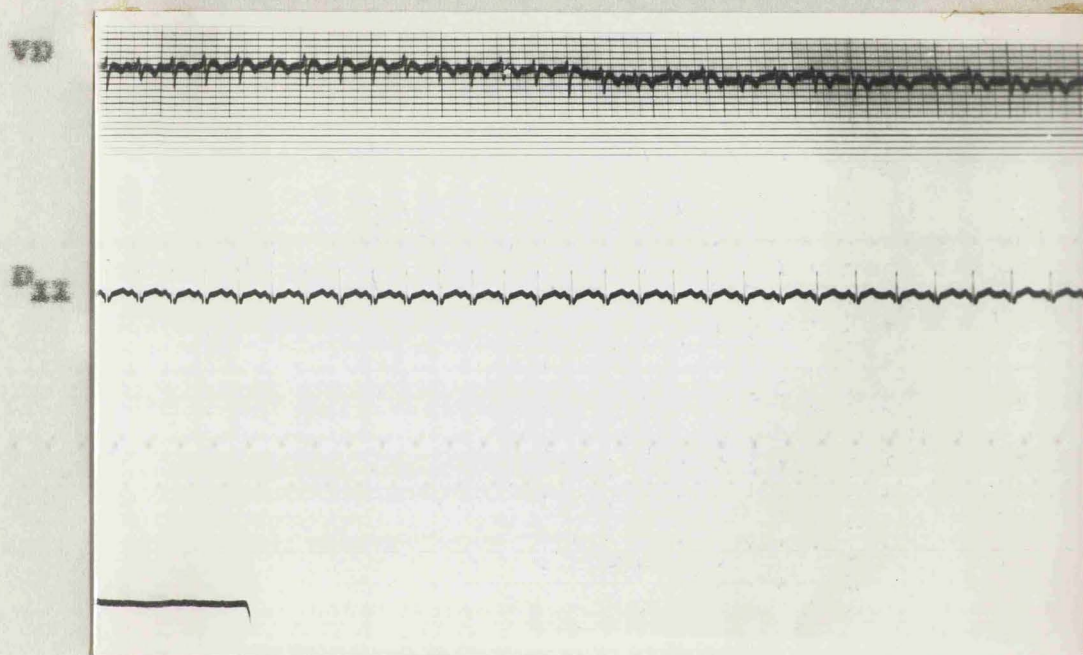


Fig. 97. Caso 24. Registro en el cuerpo del ventrículo derecho (VD). Deflexión mínima a los 3 seg. P.C.G. en la derivación II (D_{II}).

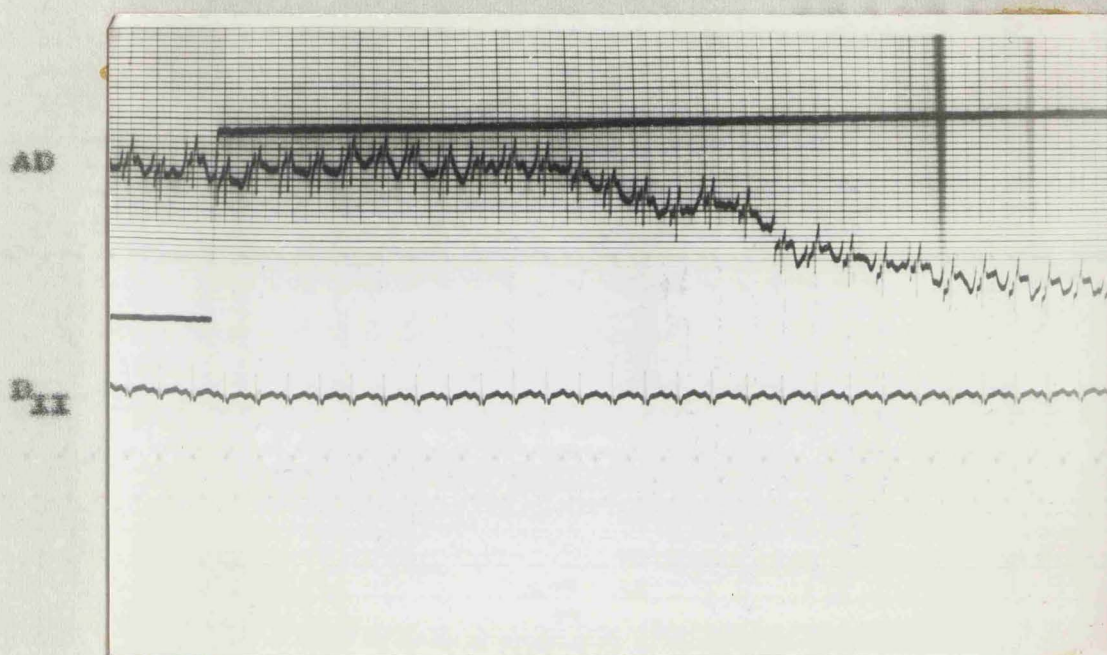


Fig. 98. Caso 24. Registro en aurícula derecha (AD) con T.
de amplitud = 5,5 seg. E.C.G. en la derivación II
(D_{II}).

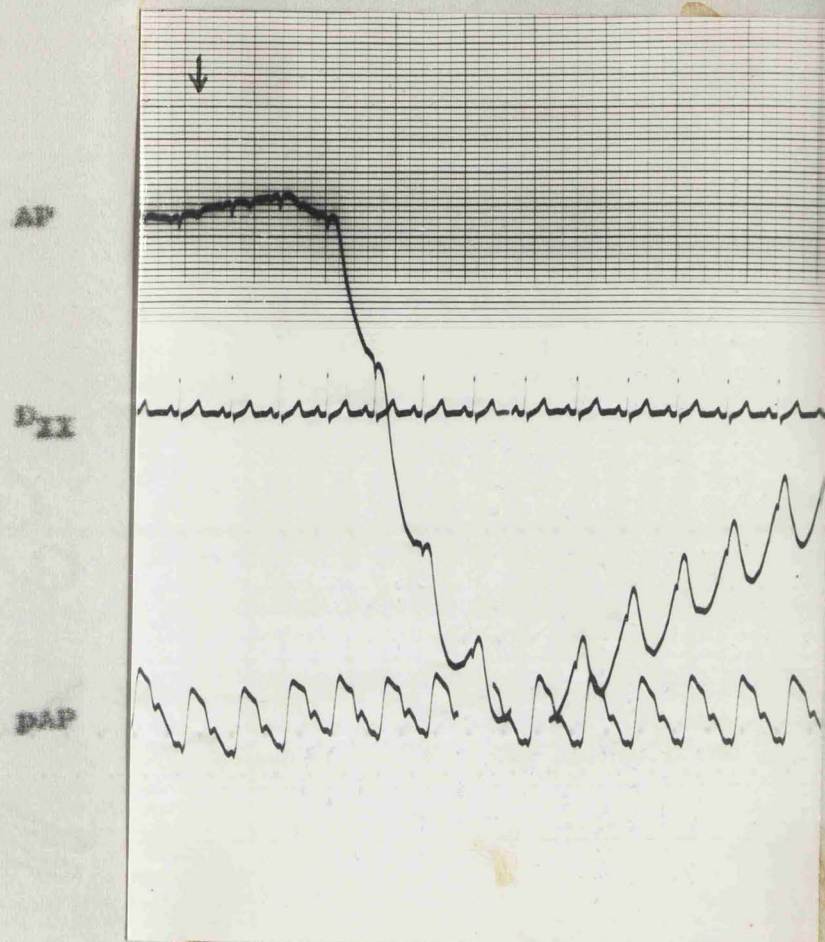


Fig. 99. Caso 25 (Comunicación interventricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) T. de aparición = 2 seg. Presiones en el mismo lugar (pAP) y E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

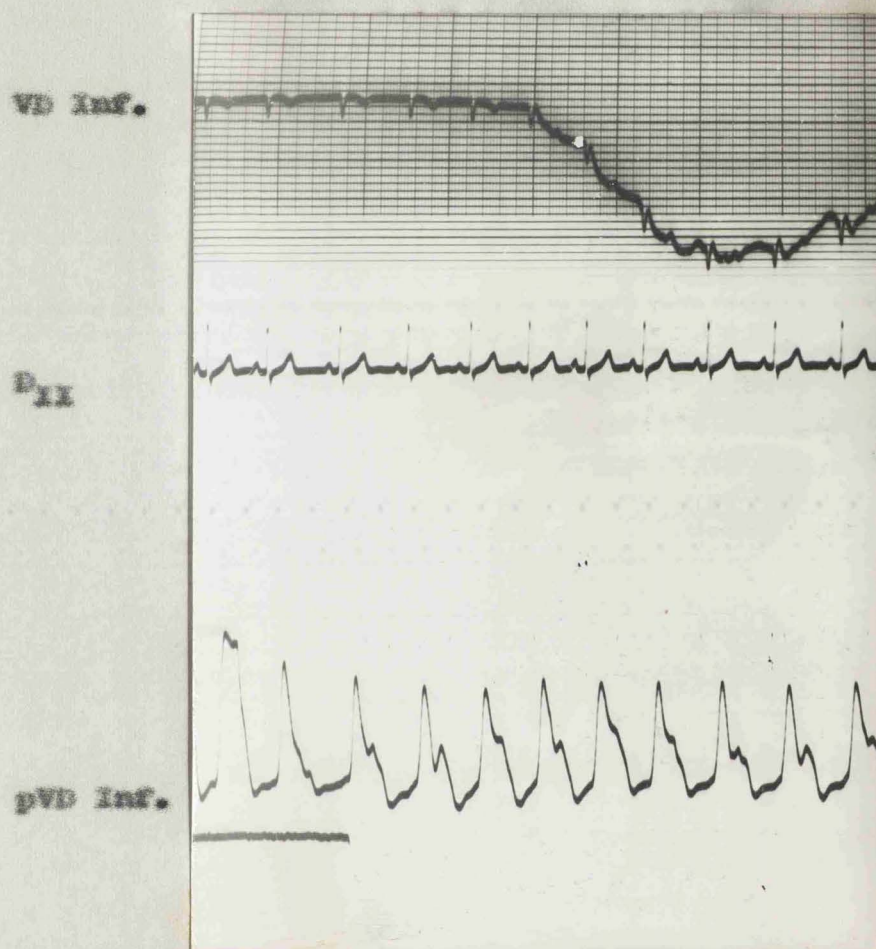


Fig. 100. Caso 25. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con T. de aparición = 2,3 seg. E.C.G. en la derivación II (P_{II}) y presiones en el mismo ventrículo (pVD Inf.).

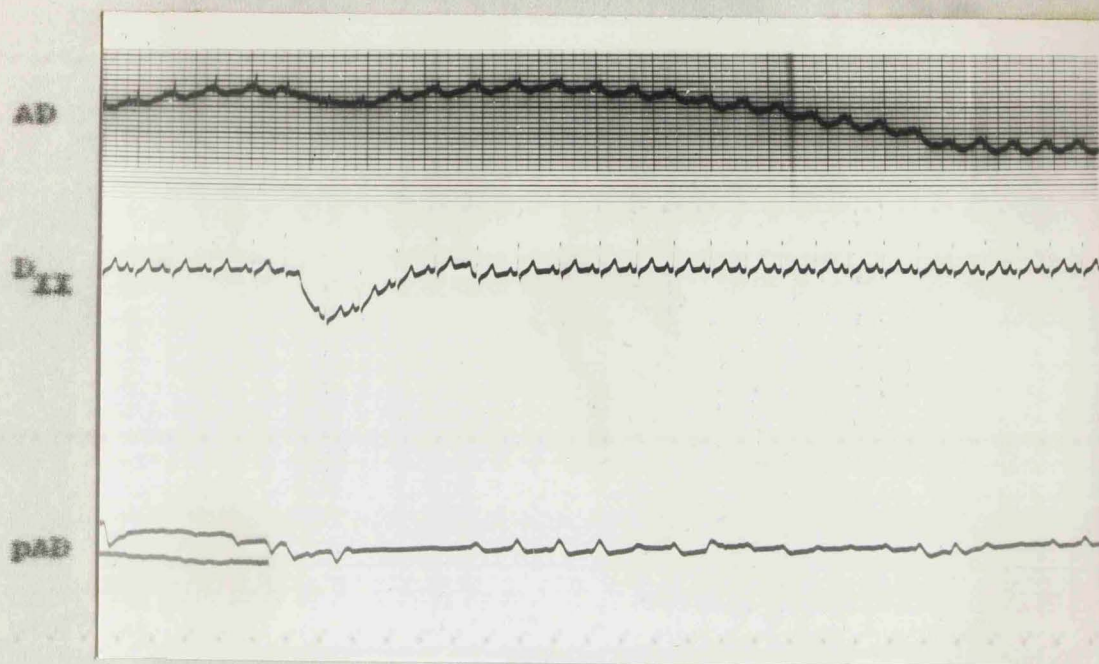


Fig. 101. Caso 25. Registro en la aurícula derecha (AD) con
T. de aparición = 9,8. Presiones en el mismo lugar
(pAD) y R.C.G. en la derivación II (D_{II}) con un
desplazamiento por artefacto.

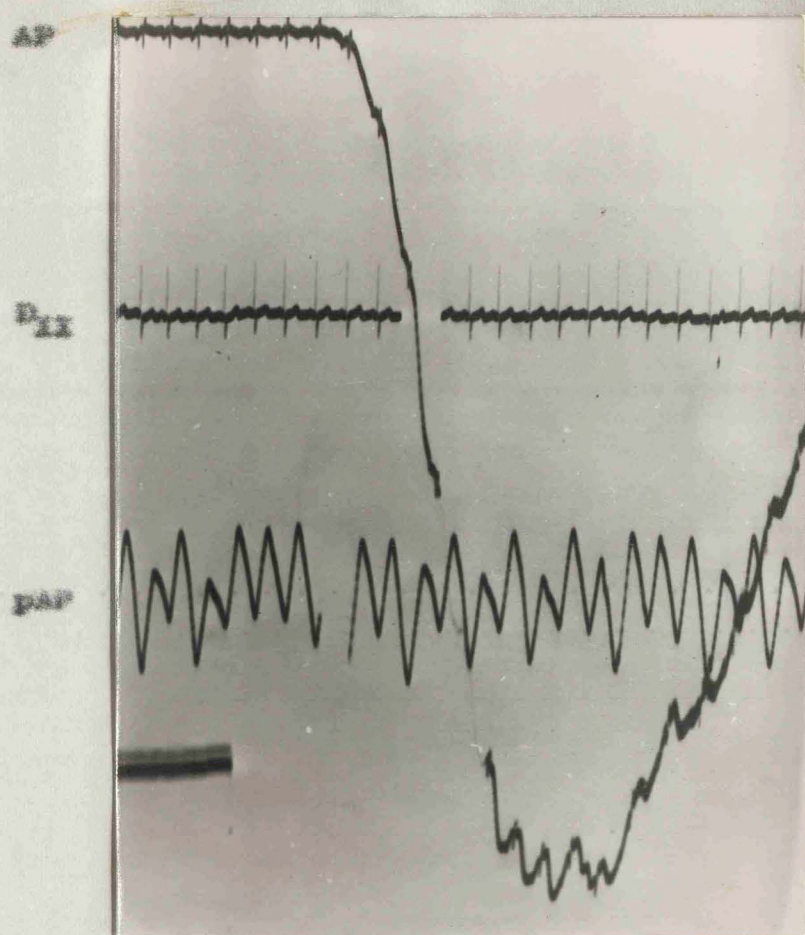


Fig. 102. Caso 27. (Comunicación interventricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 2 seg. Presiones en el mismo sitio (pAP) y E.C.G. en derivación II (P_{II}).

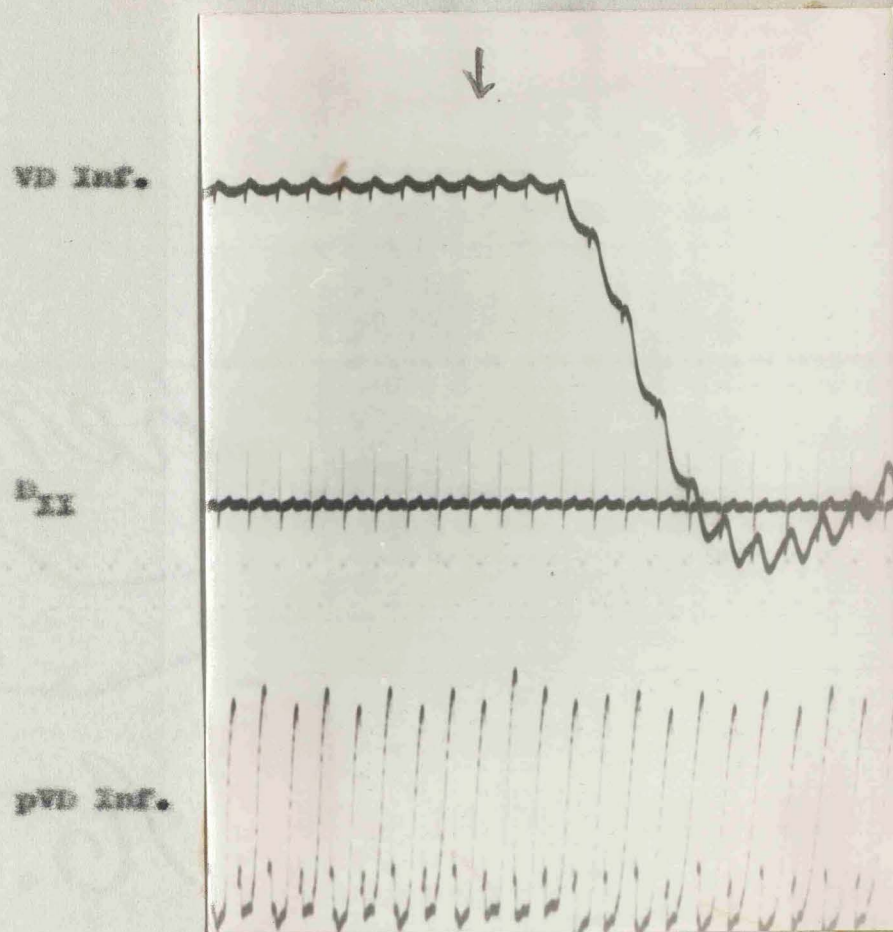


Fig. 103. Caso 27. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con T. de aparición = 1,7 seg. Presiones en el mismo lugar (pVD Inf.) E.C.G. en derivación II (D_{II}).

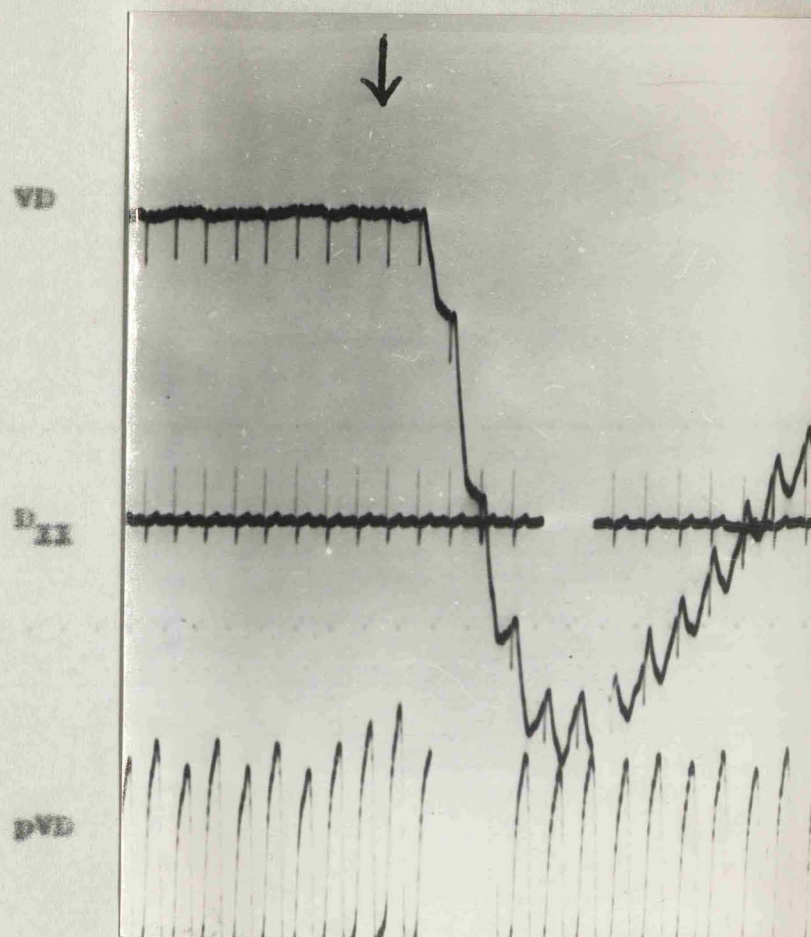


Fig. 104. Caso 27. Registro en el cuerpo del ventrículo derecho (VD). T. de aparición = 1,8 seg. Presiones en el mismo lugar, (pVD). E.C.G. en derivación II (D_{II}).

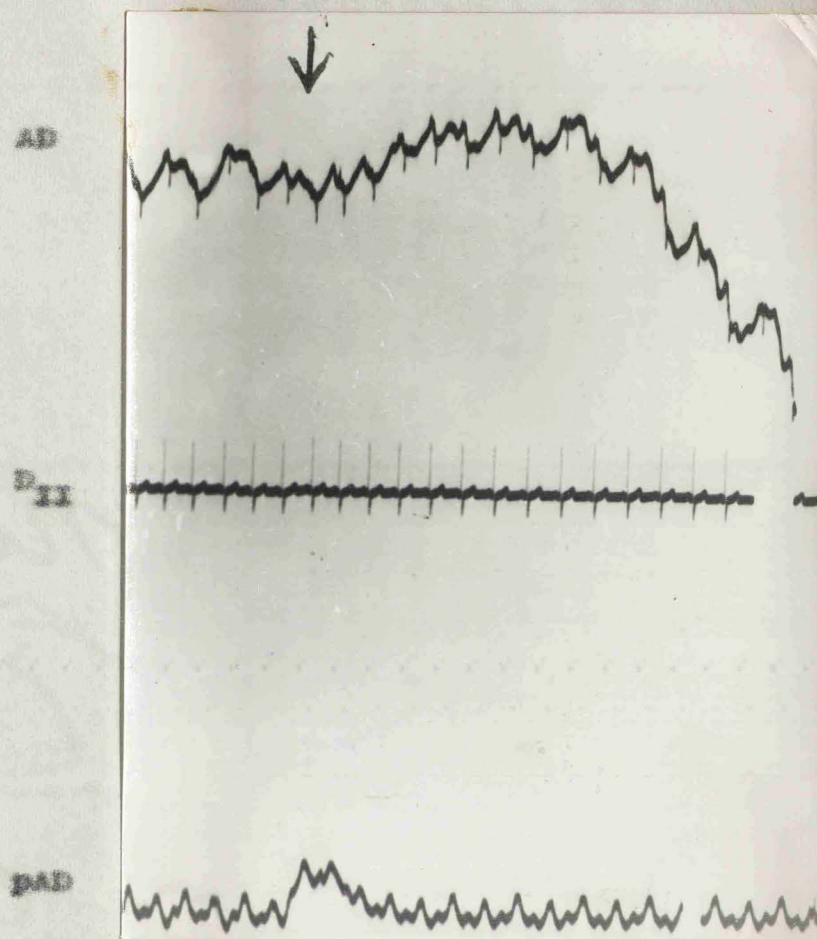


Fig. 105. Caso 27. Registro en la aurícula derecha (AD) con T.
de apertura = 7,4 seg. Presiones en el mismo lugar
(PAD). E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

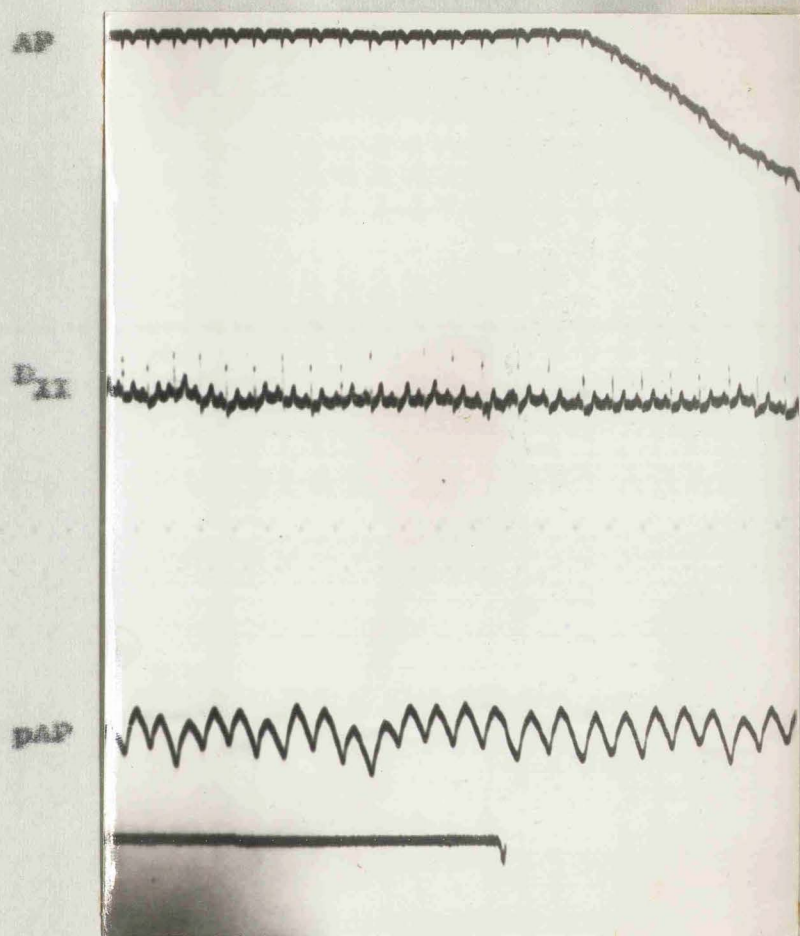


Fig. 106. Caso 32 (Comunicación interventricular y estenosis pulmonar). Registro en la arteria pulmonar (AP) con T. de aparición = 1,5 seg. Presiones en el mismo lugar (PAP) y E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

VD Inf.

D_{II}

pVD Inf.

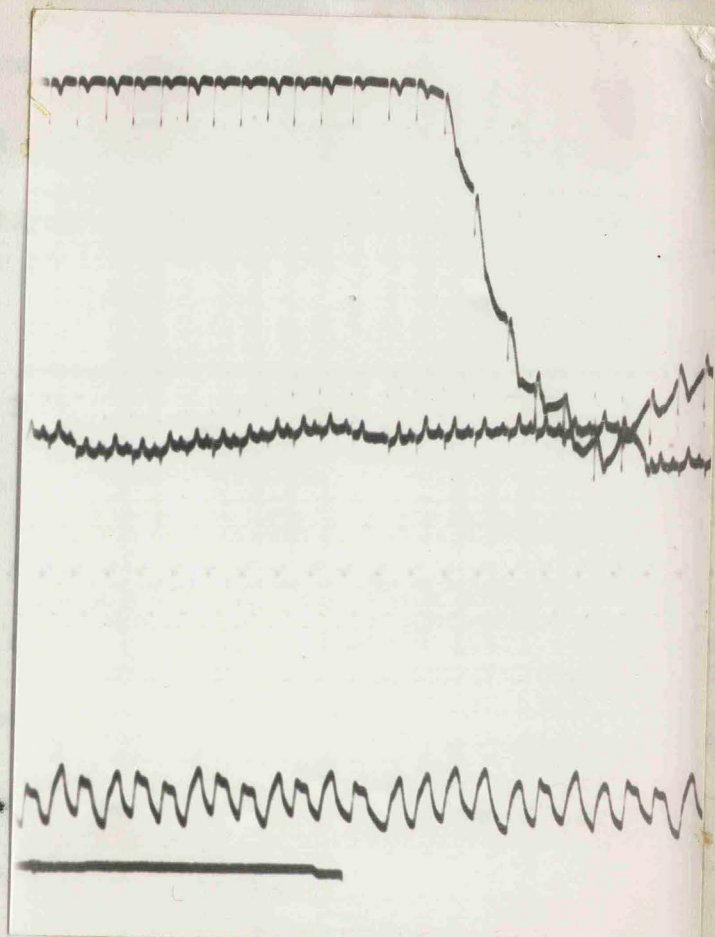


Fig. 197. Caso 32. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con T. de aparición = 1,7 seg. Presencia en la misma cámara (pVD Inf.) E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

sentó un tiempo de aparición de la curva superior a 2 seg., pero el intervalo en la aurícula derecha fué de 13 seg., como se demuestra en los registros realizados en arteria pulmonar (Fig. 77), infundíbulo del ventrículo derecho (Figs. 78 y 79), ventrículo derecho (Fig. 80) y aurícula derecha (Fig. 81) cuyos intervalos han sido respectivamente de 3 seg., 3,1 seg., 3,2 seg., 12 seg. y 13 seg.

La deflexión en la arteria pulmonar y en el infundíbulo del ventrículo derecho fué siempre brusca y prominente. En el cuerpo del ventrículo derecho y en la porción de entrada, la deflexión fué similar a la del infundíbulo solamente en dos casos con gran comunicación interventricular (relación de volumen minuto pulmonar a volumen minuto sistémico de 3 a 1). En otros dos casos el tiempo de aparición fué igual al registrado en arteria pulmonar pero la curva fué mínima y de comienzo poco preciso como se aprecia en el caso 14 (fig. 89) con tiempo de aparición de 3,8 seg. y en el caso 38 (Fig. 113) con intervalo de 1,3 seg. En un caso no se registró en el cuerpo del ventrículo derecho (caso 25) y en los tres restantes el tiempo de aparición y la morfología de la curva fué similar al recogido en la

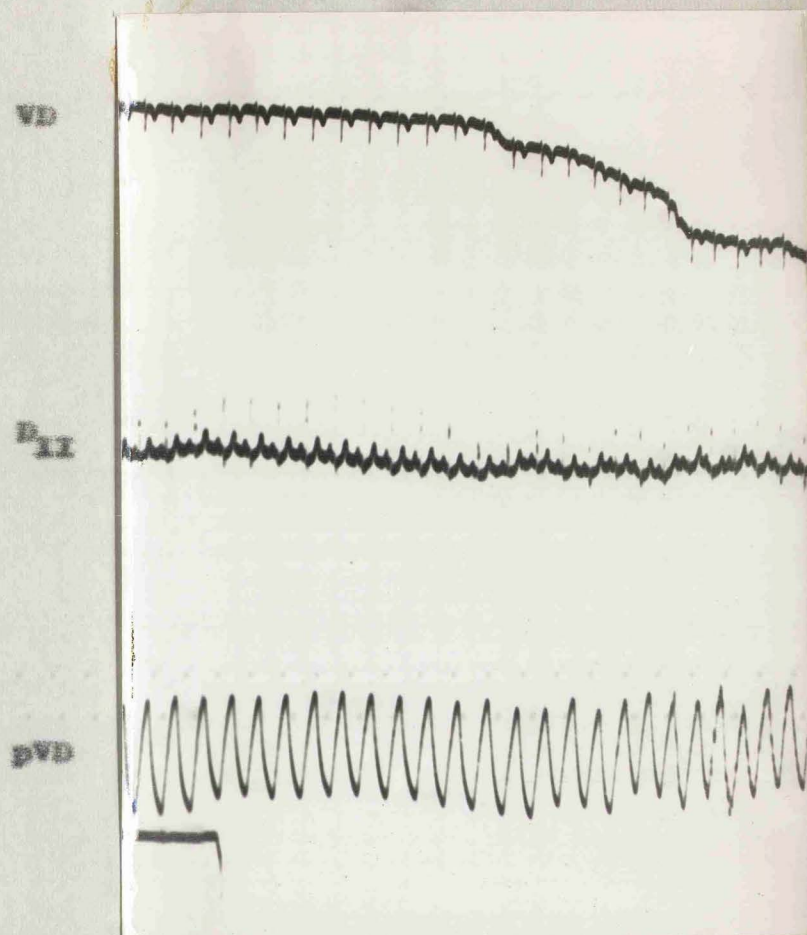


Fig. 108. Caso 32. Registro en el cuerpo del ventrículo derecho (VD) con T. de aparición = 5,6 seg. Presiones en el mismo lugar (pVD). E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

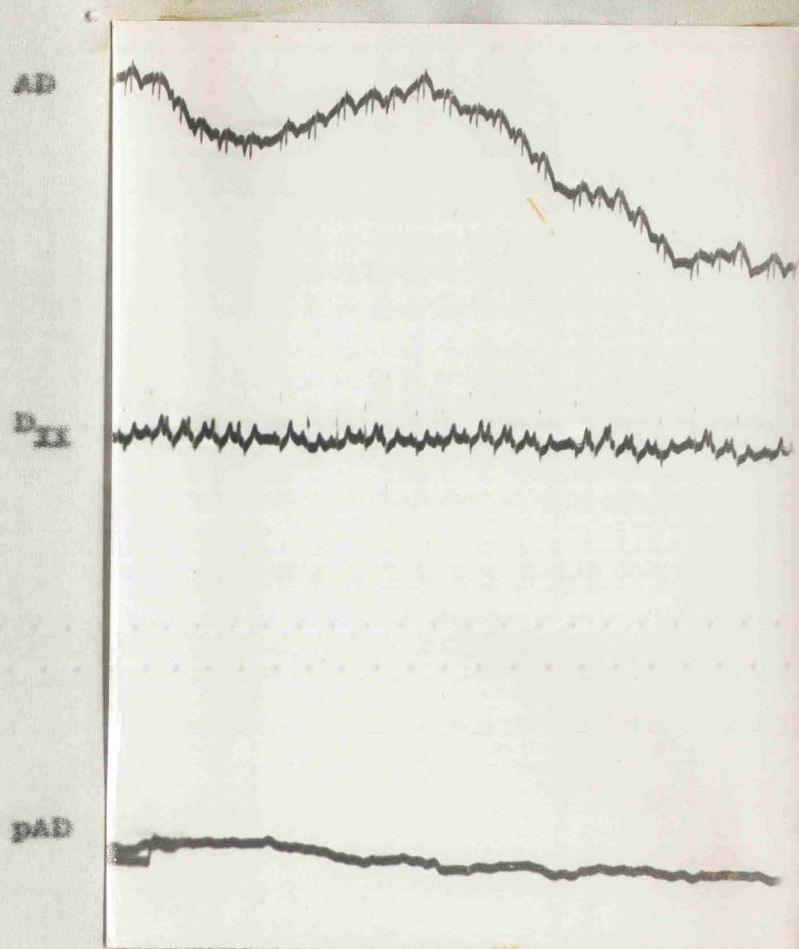


Fig. 109. Caso 32. Registro en la aurícula derecha (AD), con intervalo de 6,2 seg. Presiones en la misma cámara (PAD) y E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

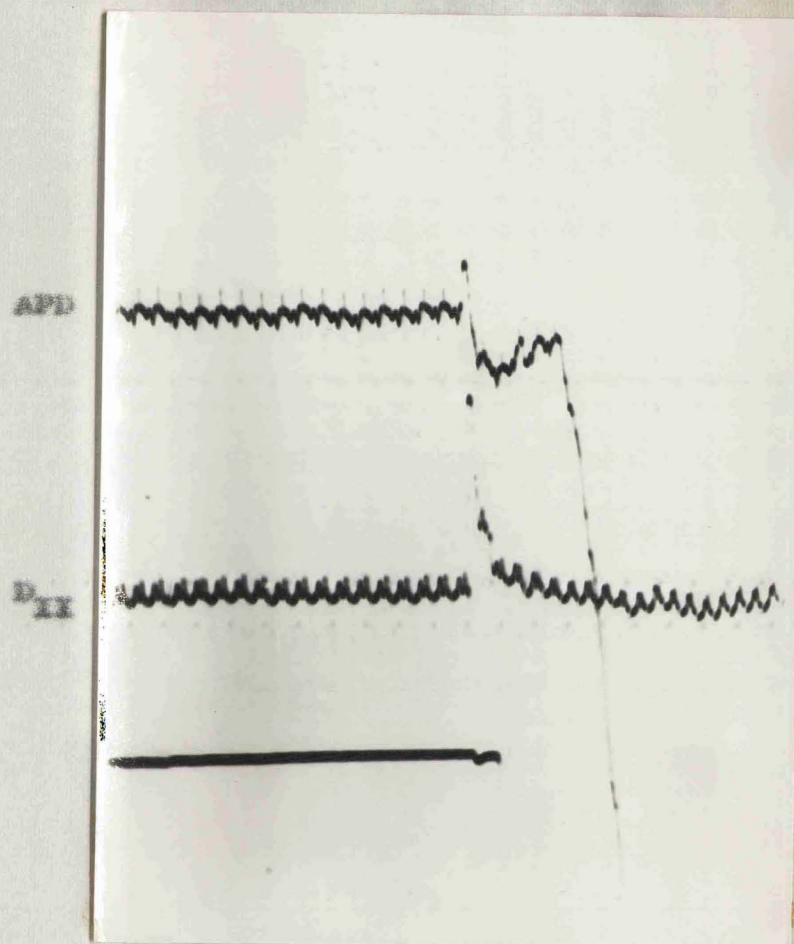


Fig. 110. Caso 38. (Comunicación interventricular. Situación
 Bissensmenger). Registro en arteria pulmonar derecha
 APD) con T. de aparición = 1,8 seg. E.C.G. en la de-
 rivación II (D_{II}).

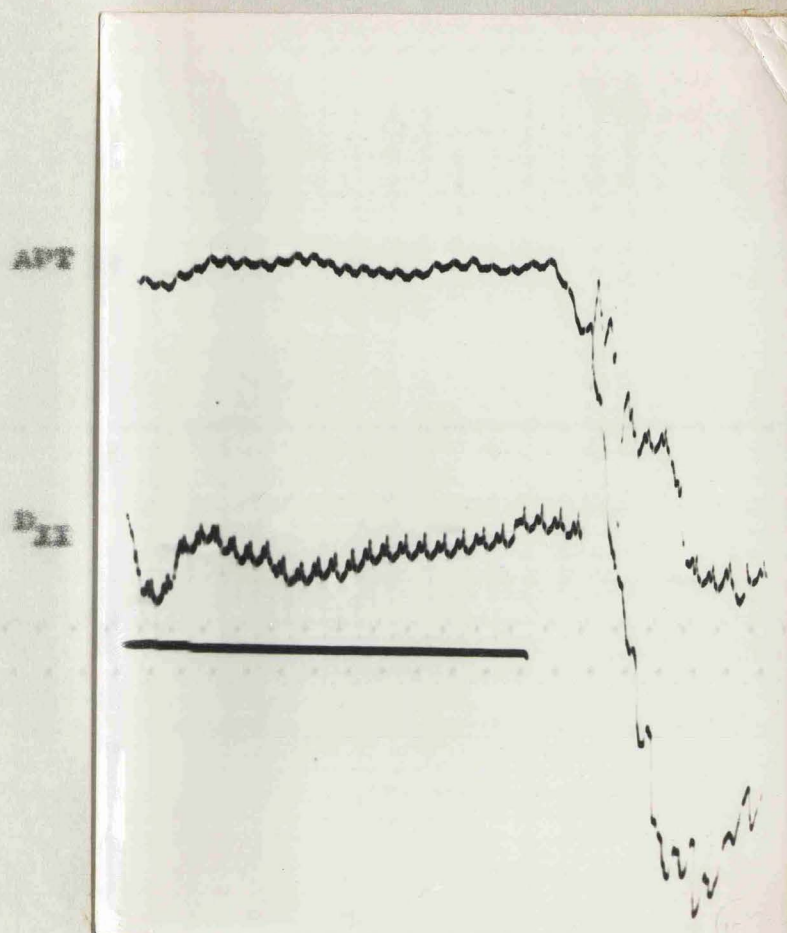


Fig. 111. Case 38. Registro en el tronco de la arteria pulmonar (APT) con tiempo de aparición = 0,7 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}) con desplazamiento por artefacto.

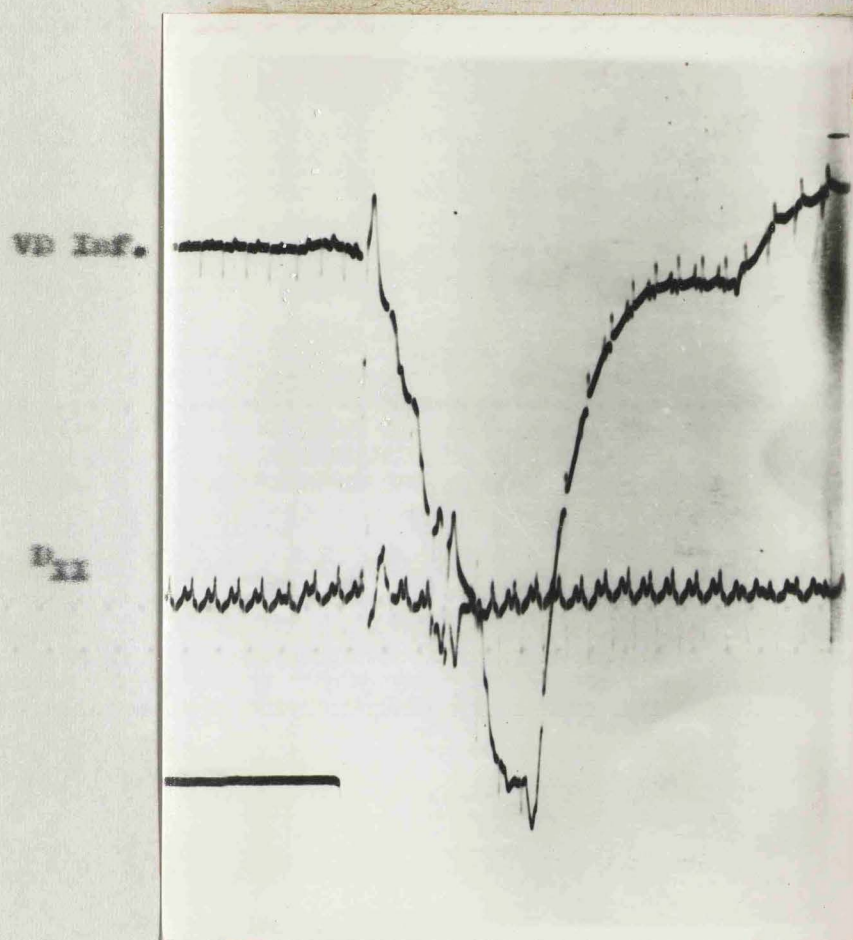


Fig. 112. Caso 38. Registro en el infundíbulo del ventrículo derecho (VD Inf.) con deflexión a 0,9 seg. R.C.G. en derivación II (D_{II}).

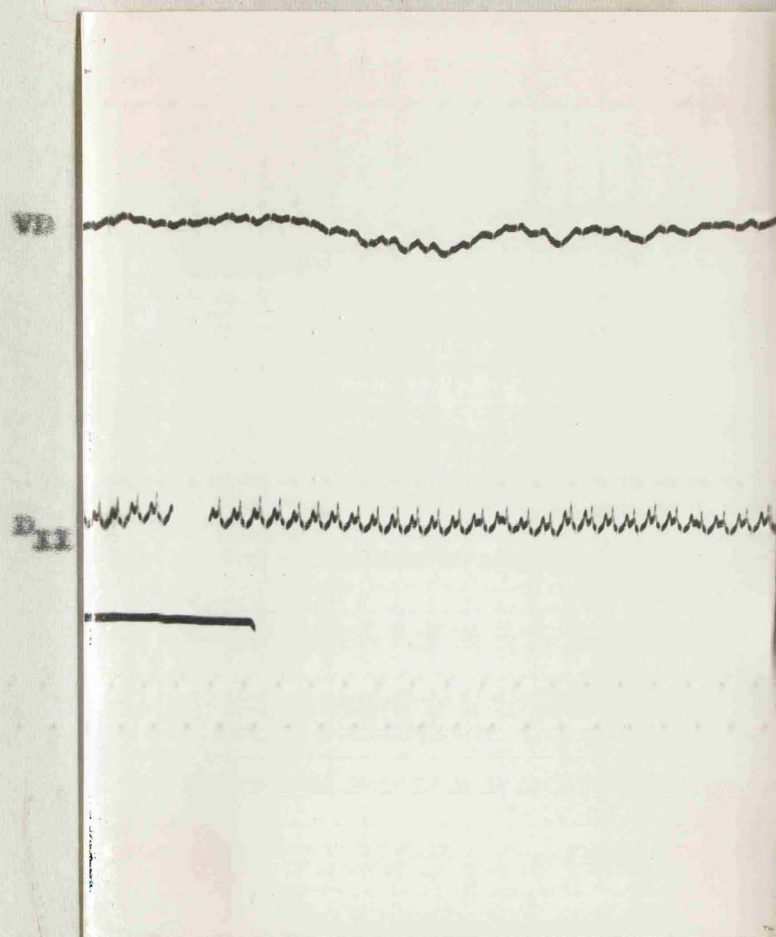


Fig. 113. Caso 38. Registro en el cuerpo del ventrículo derecho (V6) con intervalo = 1,3 seg. y deflexión mínima. E.C.G. en derivación II (D_{II}).

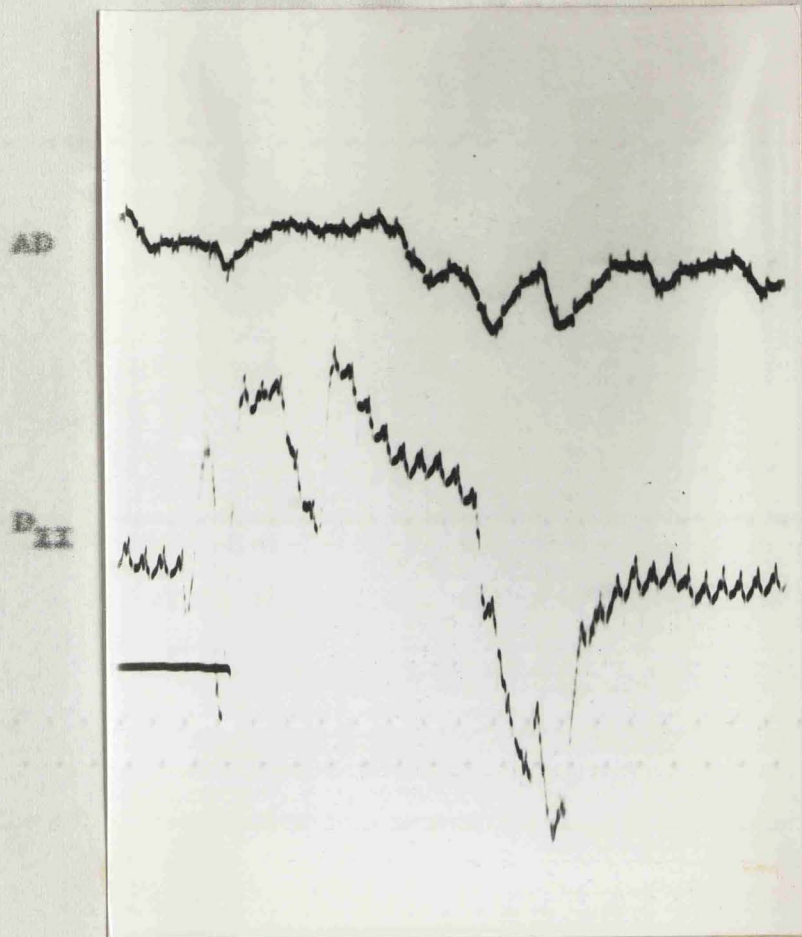


Fig. 11^a. Caso 38. Registro en la aurícula derecha (AD) con deflexión a los 3,9 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}) con desplazamientos por artefactos.

aurícula derecha y venas cavas como aparece en el caso 21 (Fig. 80) con intervalo de 12 seg., en el caso 24 (Fig. 97) con intervalo de 3 seg. y en el caso 32 (Fig. 108) con intervalo de 5,6 seg. El tiempo de aparición en la curva en aurícula derecha y venas cavas osciló de 3,9 seg. a 15 seg. y en todo caso la diferencia de tiempo entre la curva en arteria pulmonar y aurícula derecha ha variado entre 2 y 12 seg., con un intervalo medio de unos 5 seg. En el caso 14 (fig. 90) el registro en aurícula derecha mostró un intervalo de 7 seg. y en vena cava superior (Fig. 91) de 7,8 seg. En el caso 21, en el cuerpo del ventrículo derecho (Fig. 80) hubo un tiempo de aparición de la curva de 12 seg. y en la aurícula derecha de 13 seg. (Fig. 81). El registro en la aurícula derecha en los casos restantes: caso 22 (Fig. 94), caso 24 (Fig. 98), caso 25 (Fig. 101), caso 27 (Fig. 105), caso 32 (Fig. 109) y caso 38 (Fig. 114) ha evidenciado unos intervalos de 6,5 seg., 5,5 seg., 9,8 seg., 7,4 seg., 6,8 seg. y 3,9 seg. respectivamente.

c) Comunicación interauricular.

Se han estudiado seis enfermos con una clínica segura de

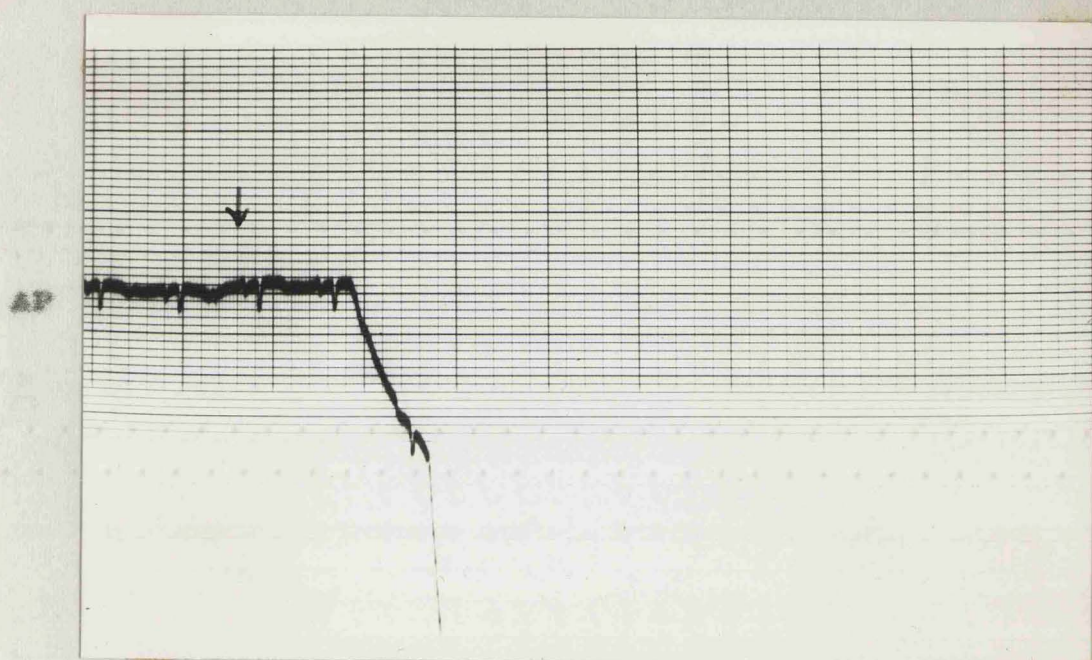


Fig. 113. Caso 18 (Comunicación interauricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) con deflexión a 1,3 seg.

VD Inf.

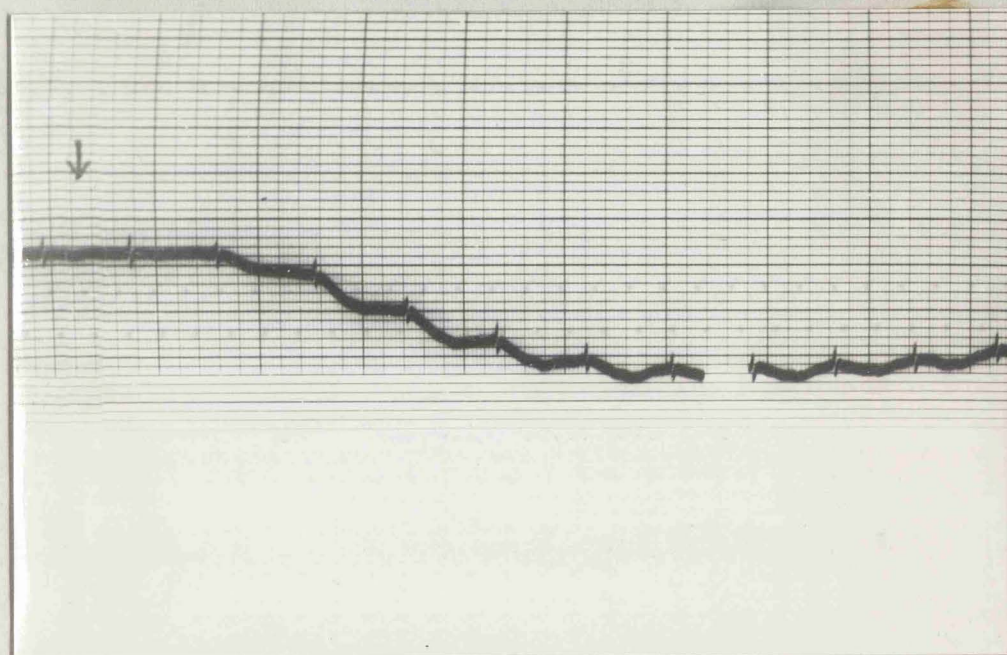


Fig. 116. Caso 18. Registro en el infundibulo del ventriculo derecho con deflexión a 1,3 seg.

VD Inf.

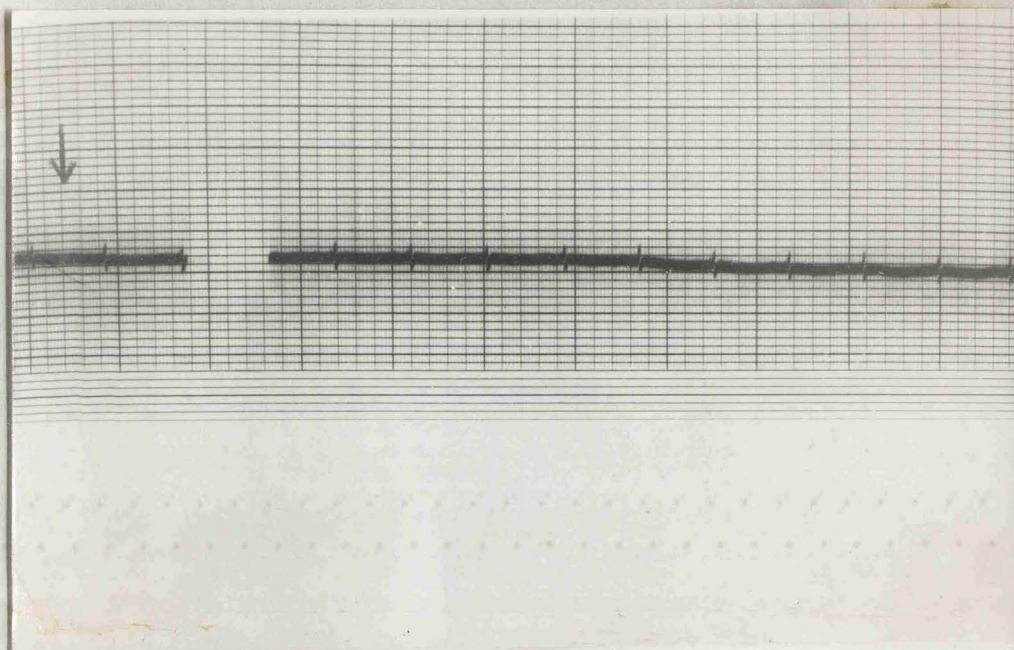


Fig. 117. Caso 18. Registro en el mismo sitio que en la Fig. 116. No hay deflexión por inhalación defectuosa.

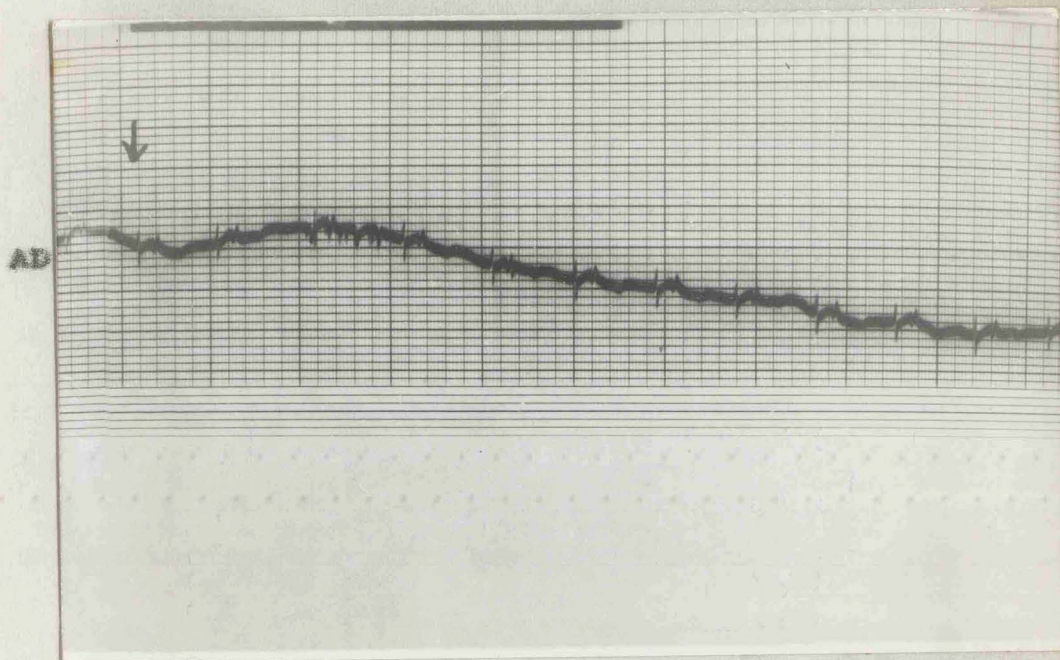


Fig. 118. Case 18. Registro en la aurícula derecha (AD) con deflexión a 2,4 seg.

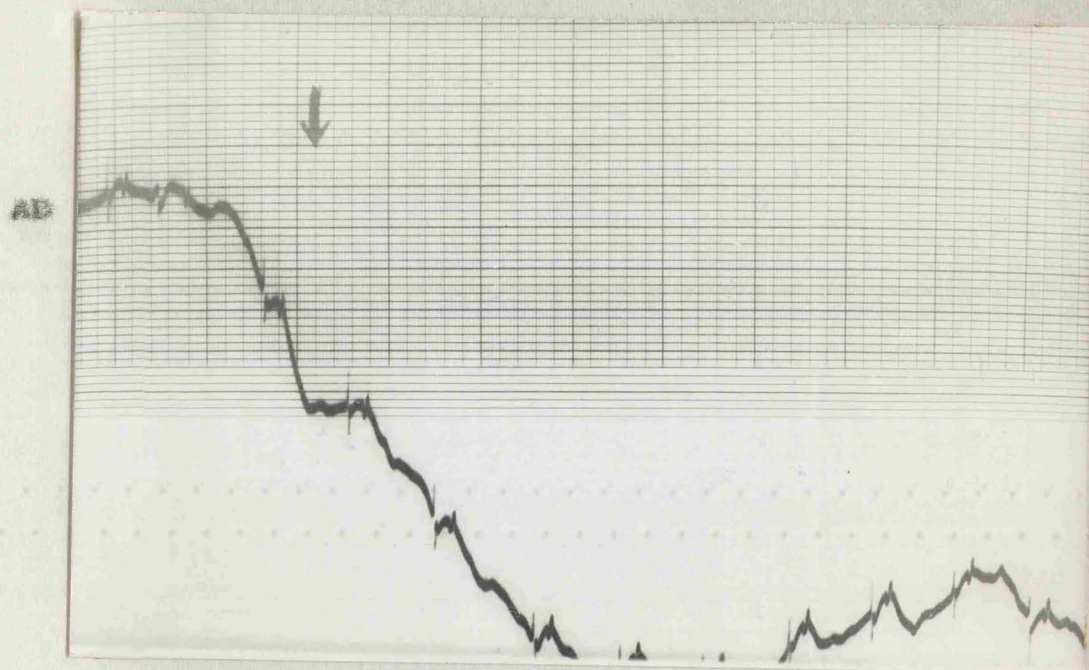


Fig. 119. Case 18. Registro en la aurícula derecha (AD). La señal se hizo retrasada con respecto a la inhalación.

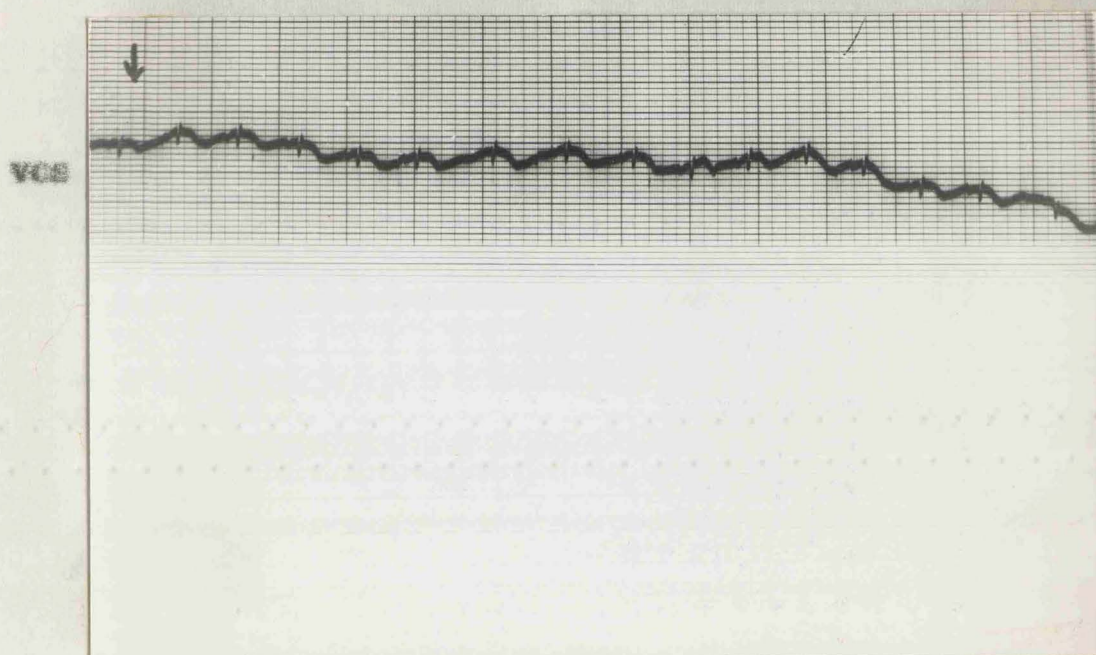


Fig. 120. Case 18. Registro en la vena cava superior (VCS)
con deflexión a los 10,8 seg.

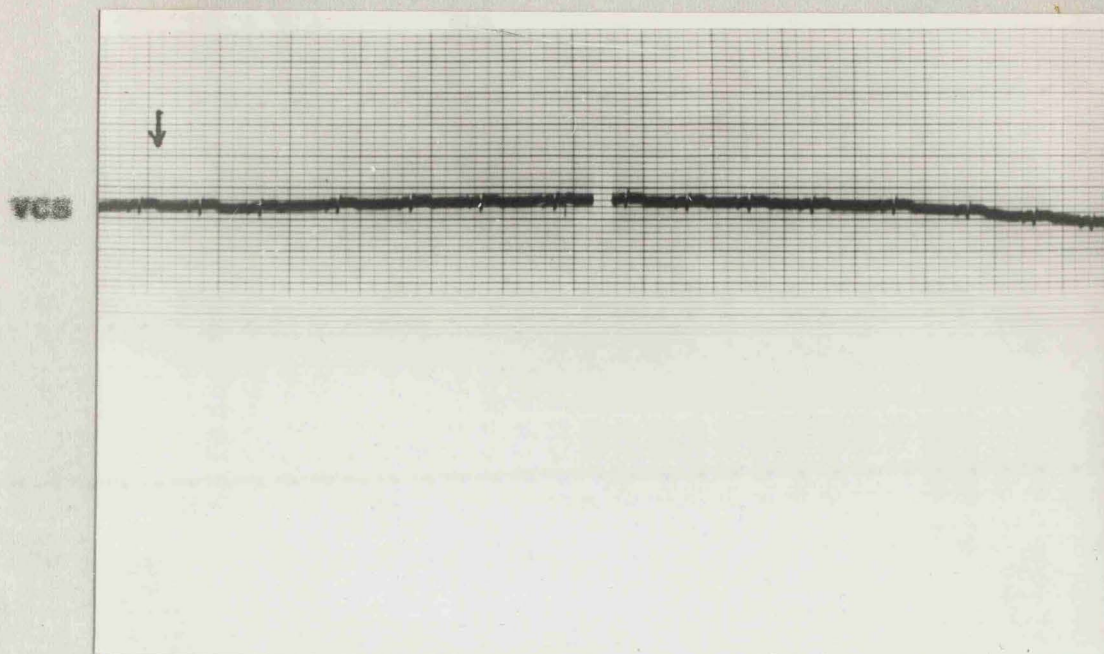


Fig. 121. Caso 15. Registro en la misma posición que la Fig. 120. Deflexión a los 11 seg.

de comunicación interauricular y evidencia de plétora en los estudios radiológicos de tórax. (cuadro IV a). En todos los ca sos ha habido shunt claro a nivel de aurícula derecha en la de terminación de la saturación de oxígeno en las cámaras derechas.

Los tiempos de aparición de la curva han oscilado de 10,8 seg. a 16 seg. en las venas cavas.

En el caso 18 hay dos registros en las venas cavas con un tiempo de aparición de 10,8 seg. (Fig. 120) y de 11,8 seg. (Fig. 121).

En el caso 20 (Fig. 126) el tiempo de aparición en la vena cava superior es de 11,4 seg., y en el caso 23 (Fig. 129) es de 16 seg.

En el caso 29 (Fig. 134) la deflexión aparece en la vena cava superior, a los 13,2 seg. Este mismo registro fué de 11,5 seg. en el caso 35 (Fig. 139) y de 11 seg. en el caso 36 (Fig. 145).

En la aurícula derecha y cámaras distales a la misma se han re gistrado los tiempos siguientes:

En el caso 18 (Fig. 118) en aurícula derecha fué de 2,4

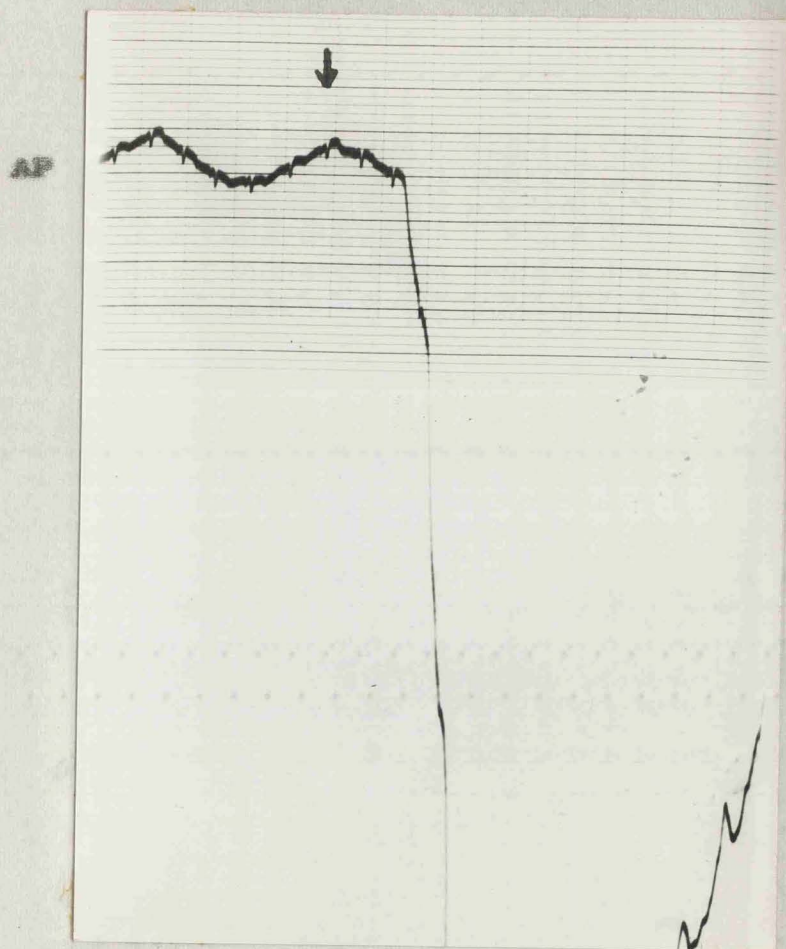


Fig. 122. Caso 20 (Comunicación interauricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) con deflexión a 1,6 seg.

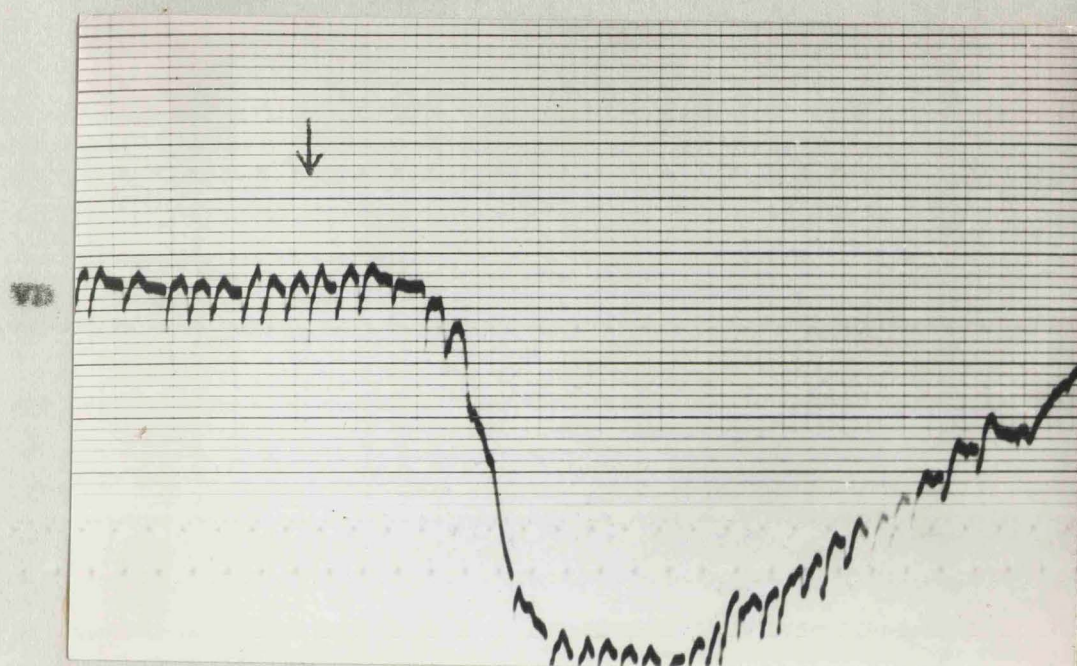


Fig. 123. Caso 20. Registro en el ventrículo derecho (VD)
con deflexión a 1,9 seg.

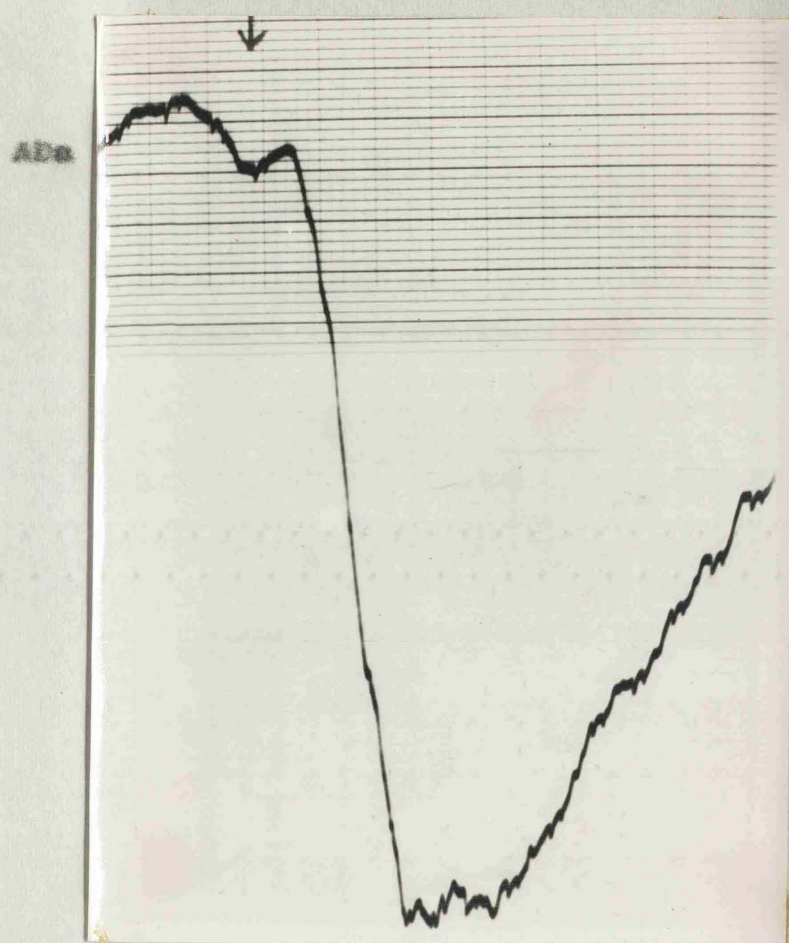


Fig. 124. Caso 20. Registro en la aurícula derecha alta (ADa)
con deflexión a 0,8 seg.

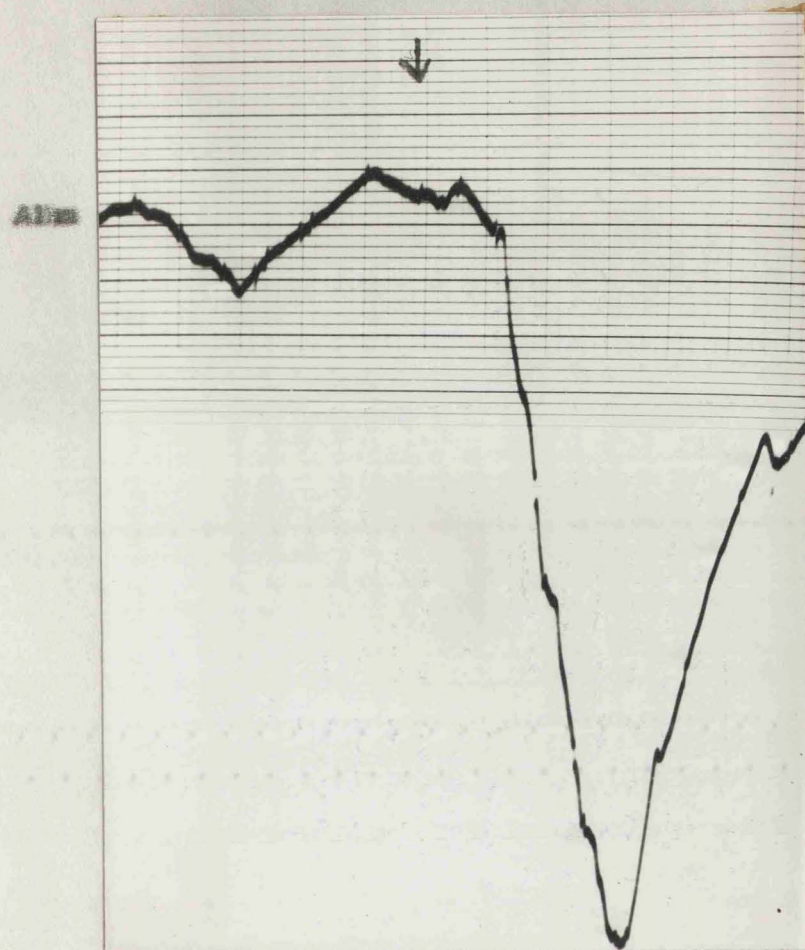


Fig. 125. Caso 20. Registro en la aurícula derecha media (Alm)
con deflexión a 1,5 seg.

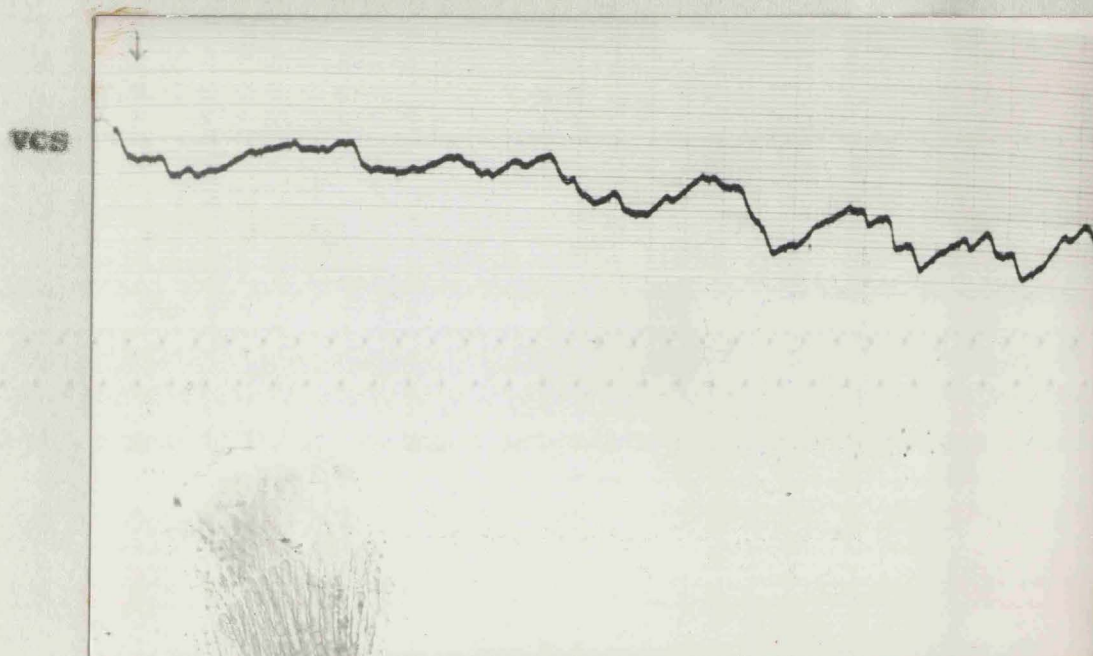


Fig. 126. Caso 20. Registro en la vena cava superior (VCS)
con T. de aparición de la curva = 11,4 seg.

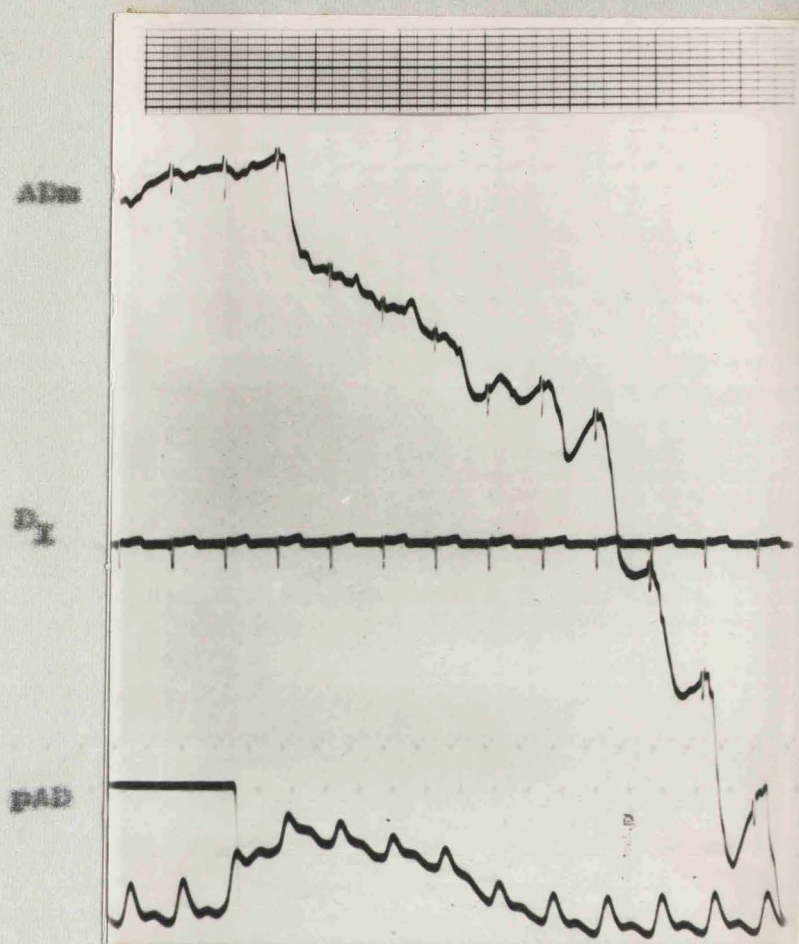


Fig. 127. Caso 23 (Comunicación interauricular). Registro en la aurícula derecha media (ADM) con deflexión a 1,2 seg. Presiones en la misma cámara (PAD) y E.C.G. en la derivación I (D_I) en ritmo nodal.

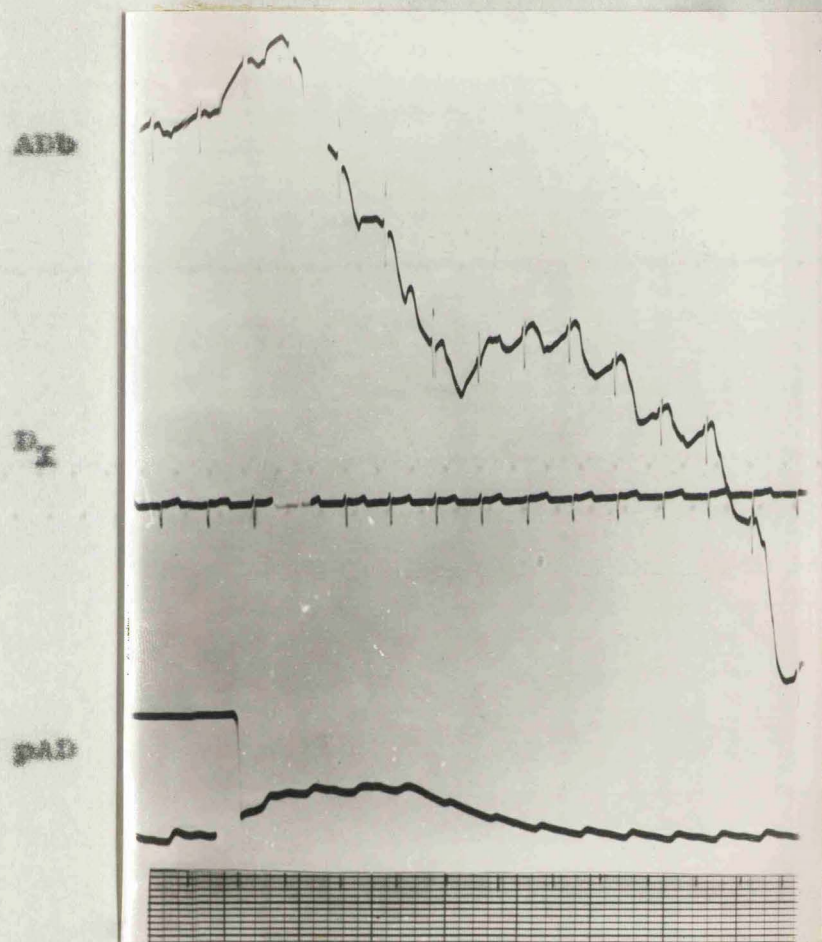


Fig. 128. Caso 23. Registro en la aurícula derecha baja (ADD) con deflexión a 1,6 seg. Otros registros como en la Fig. 127.

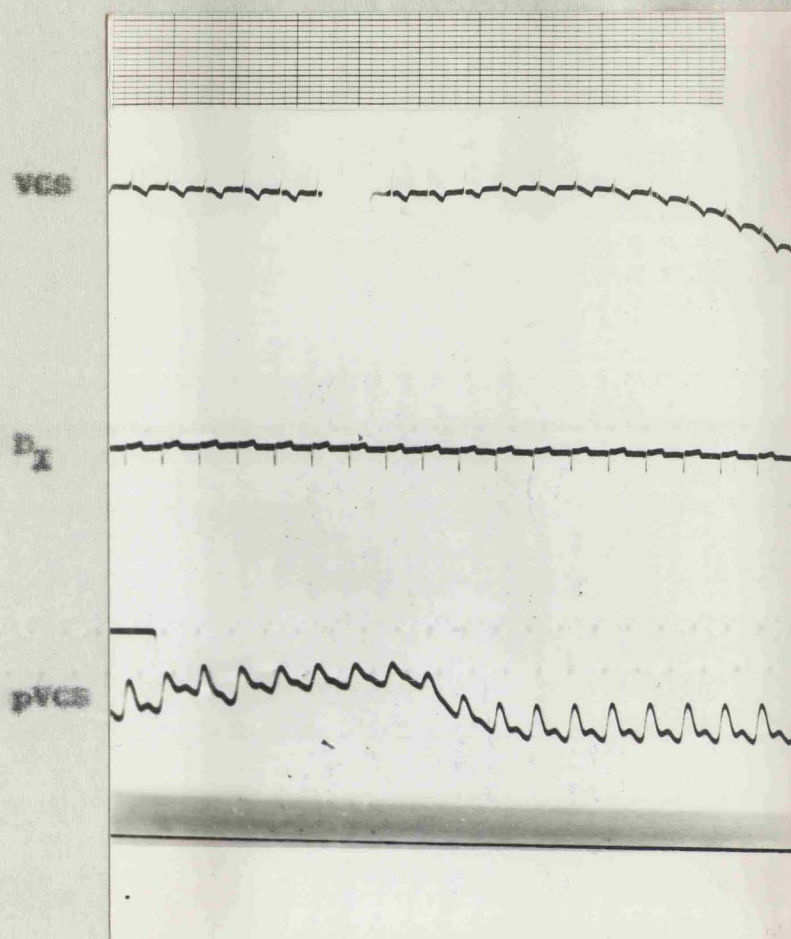


Fig. 29. Caso 23. Registro en la vena cava superior (VCS) con deflexión a los 16 seg. Presiones en el mismo lugar (pVCS) y E.C.G. en Derivación I (D_I) en ritmo nodal.

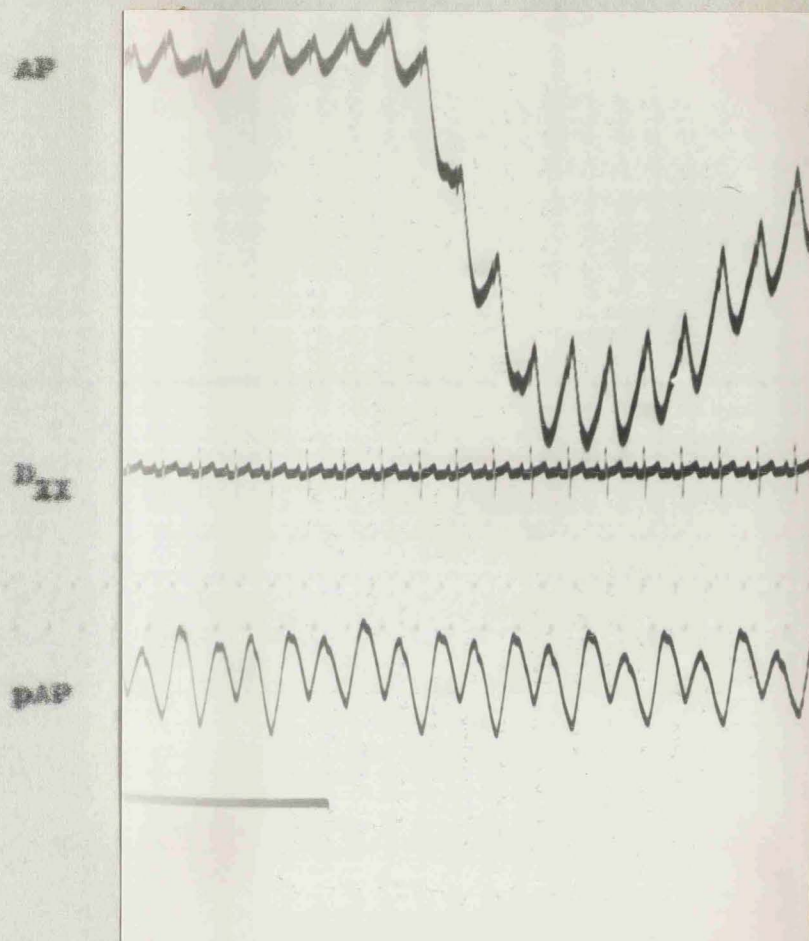


Fig. 130. Caso 29 (Comunicación intersauricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) con deflexión a 1,8 seg. Presiones en el mismo sitio (pAP) y E.C.G. en derivación II (D_{II}).

seg., en el infundíbulo del ventrículo derecho (Fig. 116) fué de 1,3 seg. y en la arteria pulmonar 1,3 seg. (Fig. 115).

En el caso 20 (Fig. 122) el tiempo de aparición en arteria pulmonar fué de 1,6 seg., en el ventrículo derecho (Fig. 123) fué de 1,9 seg. y en la aurícula derecha alta y media (Fig. 124 y 125) fué respectivamente de 0,8 seg. y 1,5 seg.

En el caso 23 se registró sólo en aurícula derecha media (Fig. 127) con tiempo de aparición de la curva de 1,3 seg. y baja (Fig. 128) con un tiempo de 1,6 seg. Estos datos comparados con el intervalo de 16 seg. de la vena cava superior aseguran el diagnóstico de comunicación interauricular.

El tiempo de aparición en el caso 29 fué de 1,8 seg. en arteria pulmonar (Fig. 130), 1,4 seg. en el ventrículo derecho (Fig. 131) y de 1 seg. en la aurícula derecha (Fig. 132).

En el caso 35 han sido de 1,8 seg. en la arteria pulmonar (Fig. 135), 1,2 seg. en el ventrículo derecho (Fig. 136) y de 0,8 seg. y 1,2 seg. en la aurícula derecha baja y alta respectivamente (Figs. 137 y 138).

Finalmente se han registrado en el caso 36 los interva-

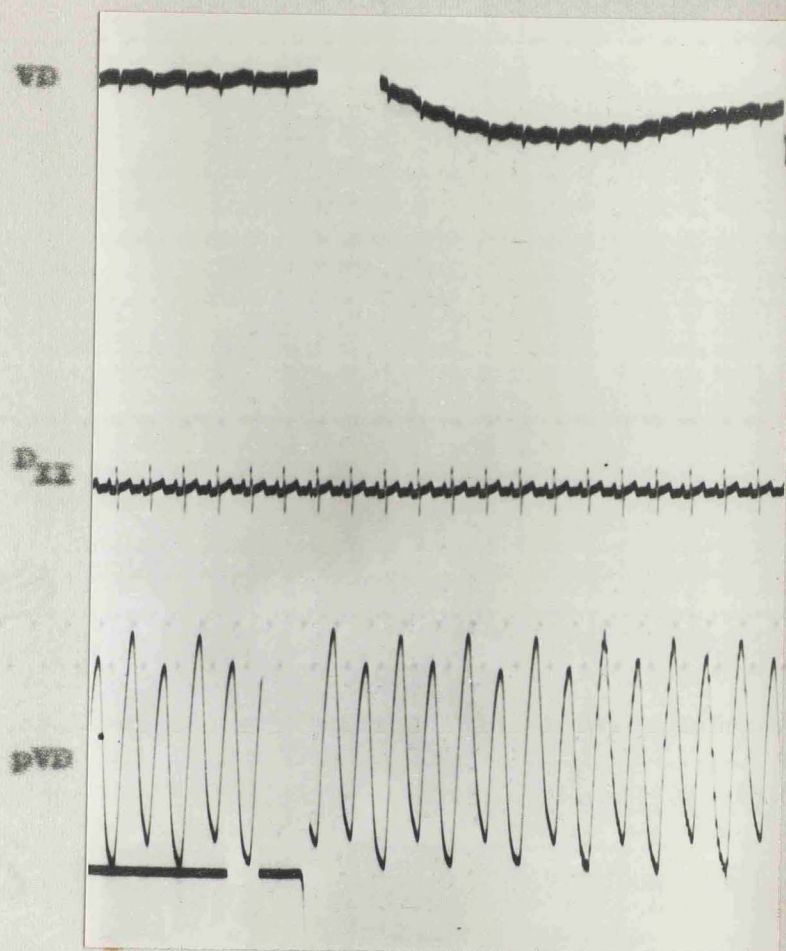


Fig. 131. Caso 29, Registro en el ventrículo derecho (VD) con
T. de aparición = 1,2 seg. Presencia en la misma of
sina (pVD) y E.C.G. en derivación II (D_{II}).

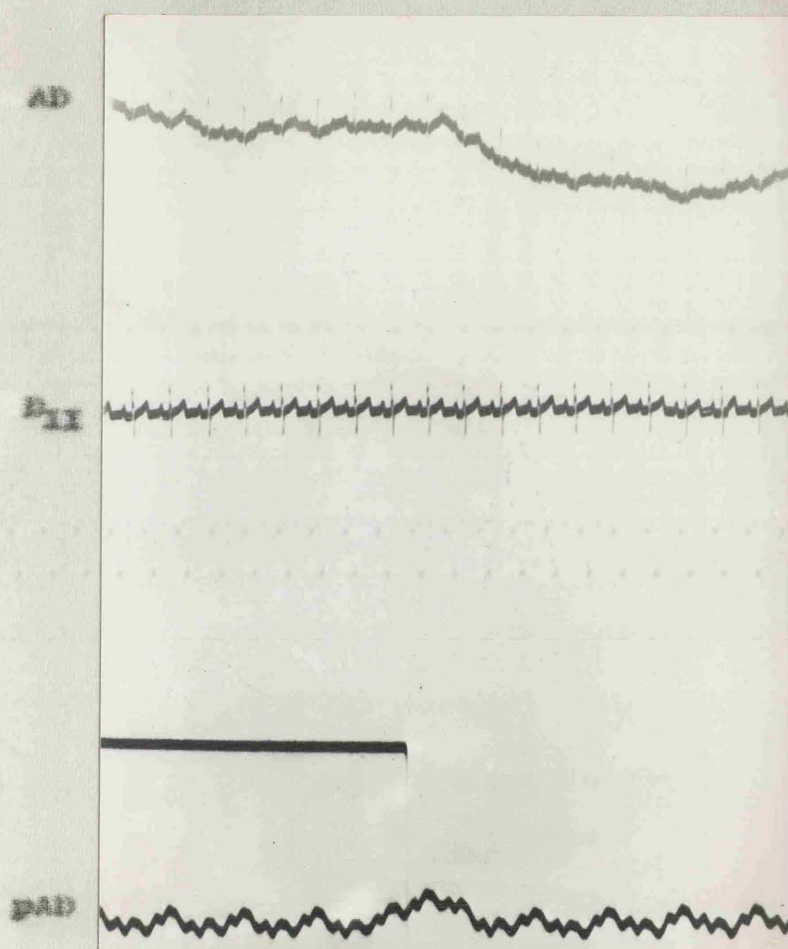


Fig. 132. Caso 29. Registro en la aurícula derecha (AD) con deflexión a 1 seg. Presiones en la misma cámara (PAD) y E.C.G. en la derivación II (P_{II}).

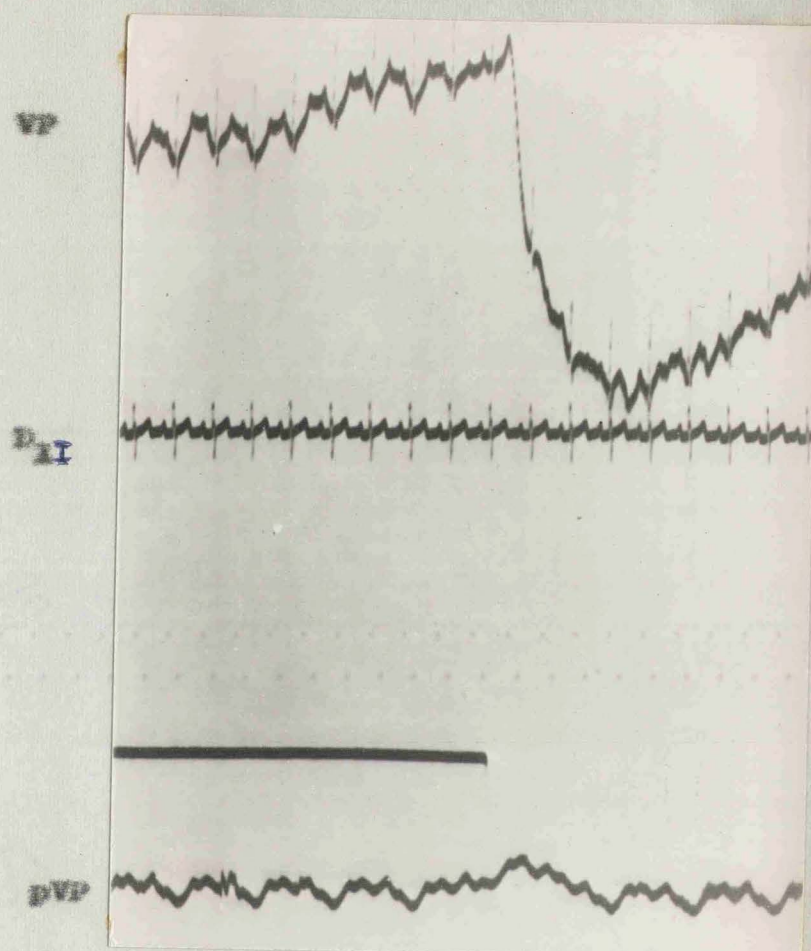


Fig. 133. Caso 29. Registro en la vena pulmonar (VP) con deflexión a 0,3 seg. Presiones en el mismo lugar (pVP). E.C.G. en Derivación D_{II} (D_{II})

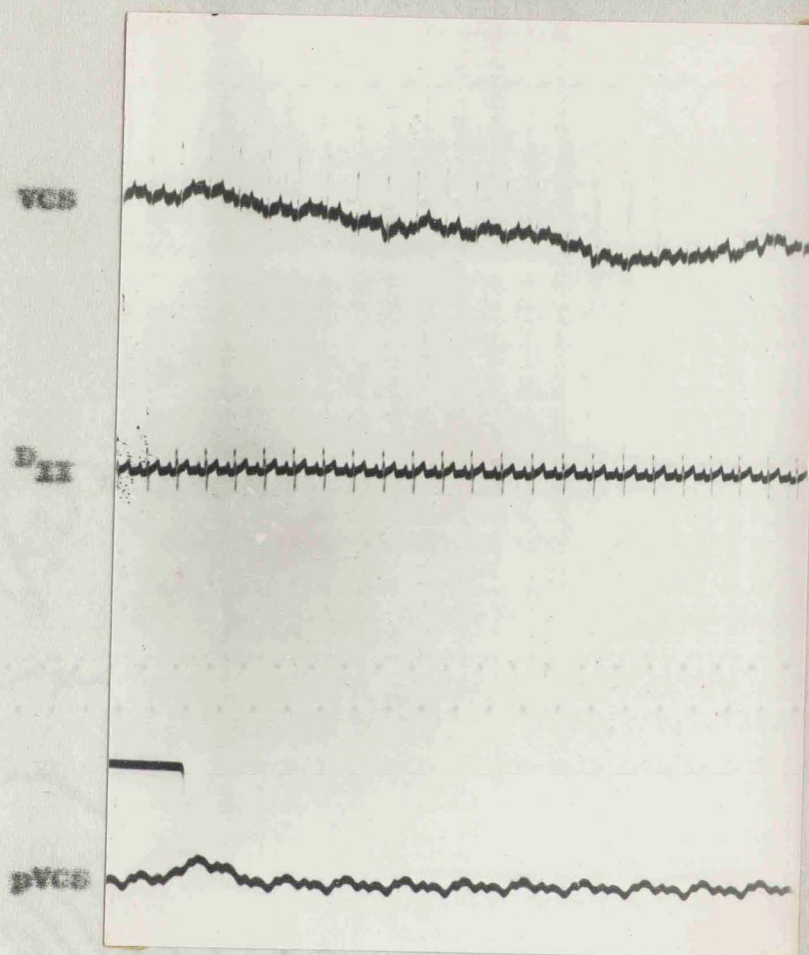


Fig. 134. Caso 29. Registro en la vena cava superior (VCS) con deflexión a 13,2 seg. Presiones en el mismo lugar (pVCS) y E.C.G. en derivación II (D_{II}).

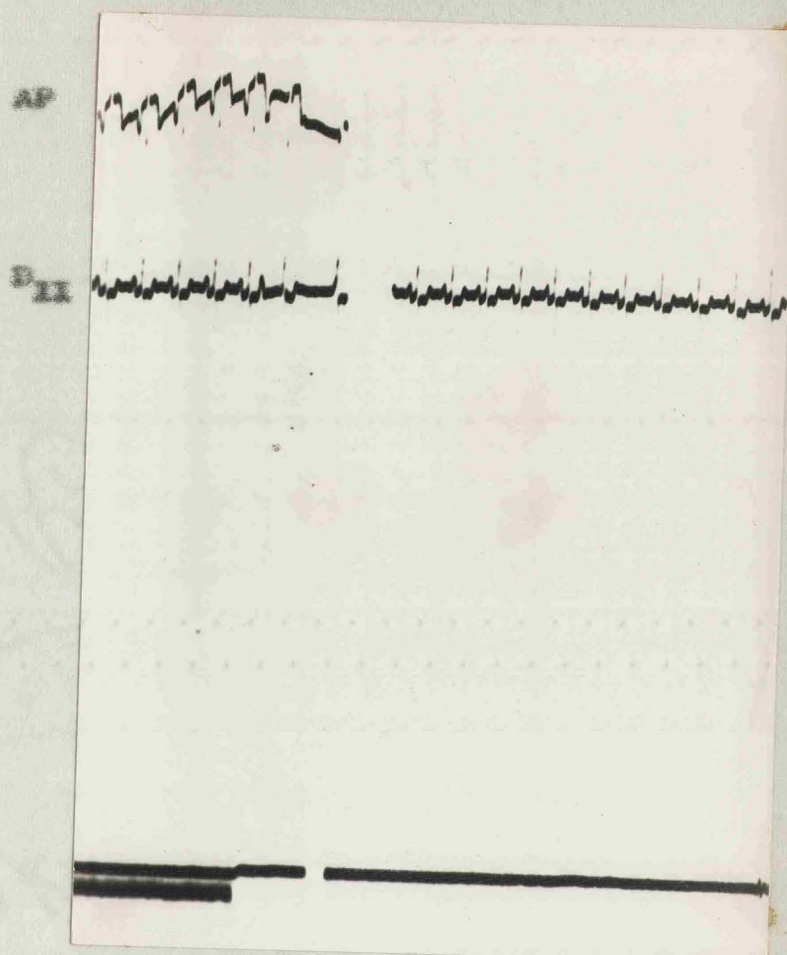


Fig. 133. Caso 35 (Comunicación interauricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) con deflexión a 1,8 seg. E.C.G. en derivación II (D_{II}).

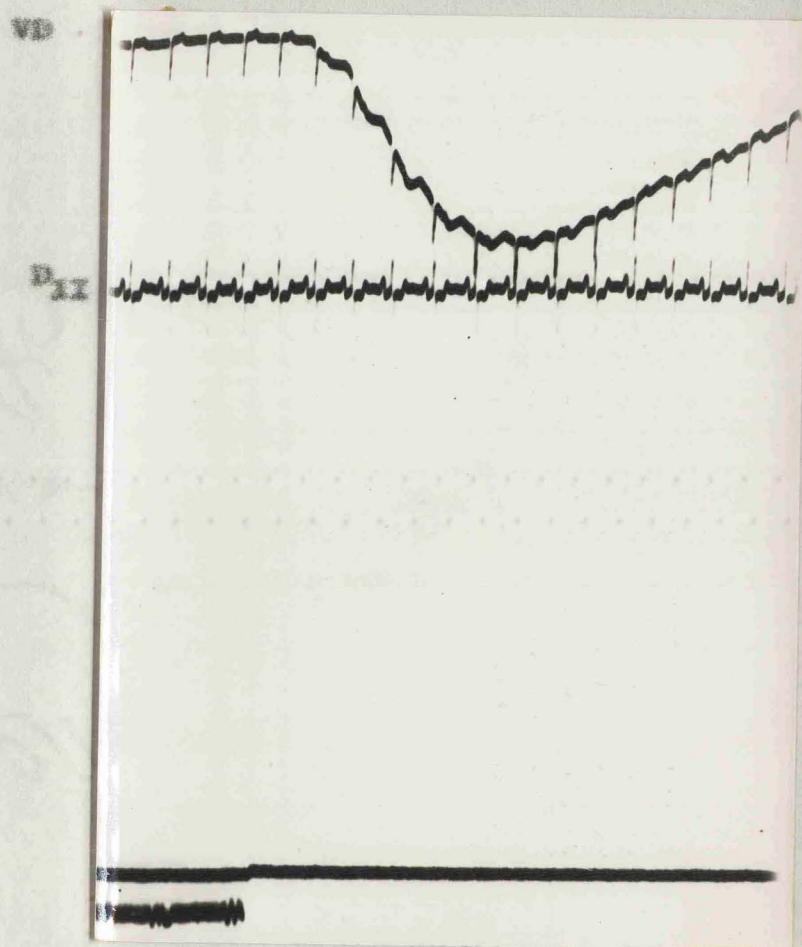


Fig. 136. Caso 33. Registro en el ventrículo derecho (VD) con un Y. de separación de la curva = 1,2 seg. E.C.G. en derivación II (P_{II}).

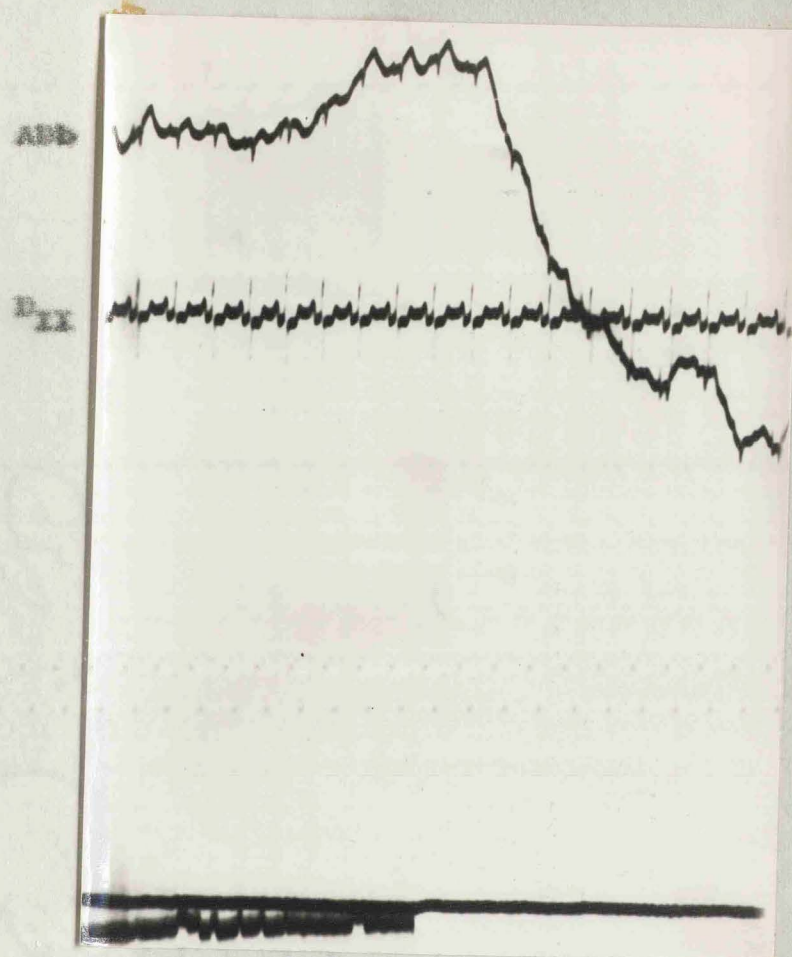


Fig. 137. Caso 33. Registro en la aurícula derecha baja (ABB) con deflexión a 0,8 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

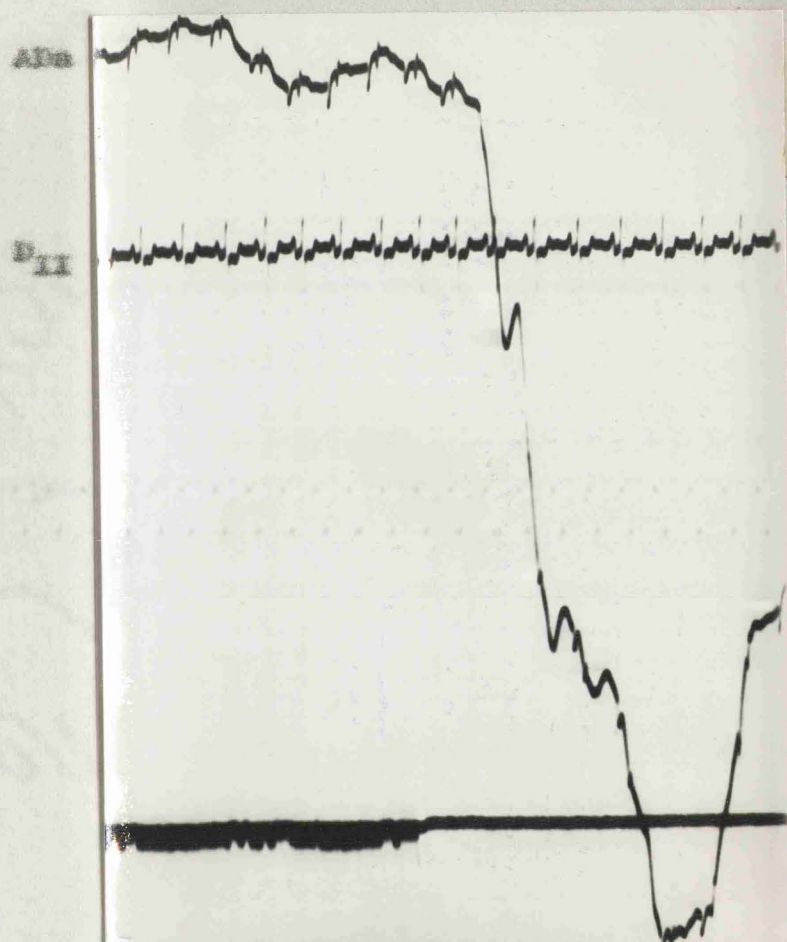


Fig. 138. Caso 35. Registro en la aurícula derecha alta (AII) con deflexión a 1,2 seg. E.C.G. en la derivación II (D_{II}).

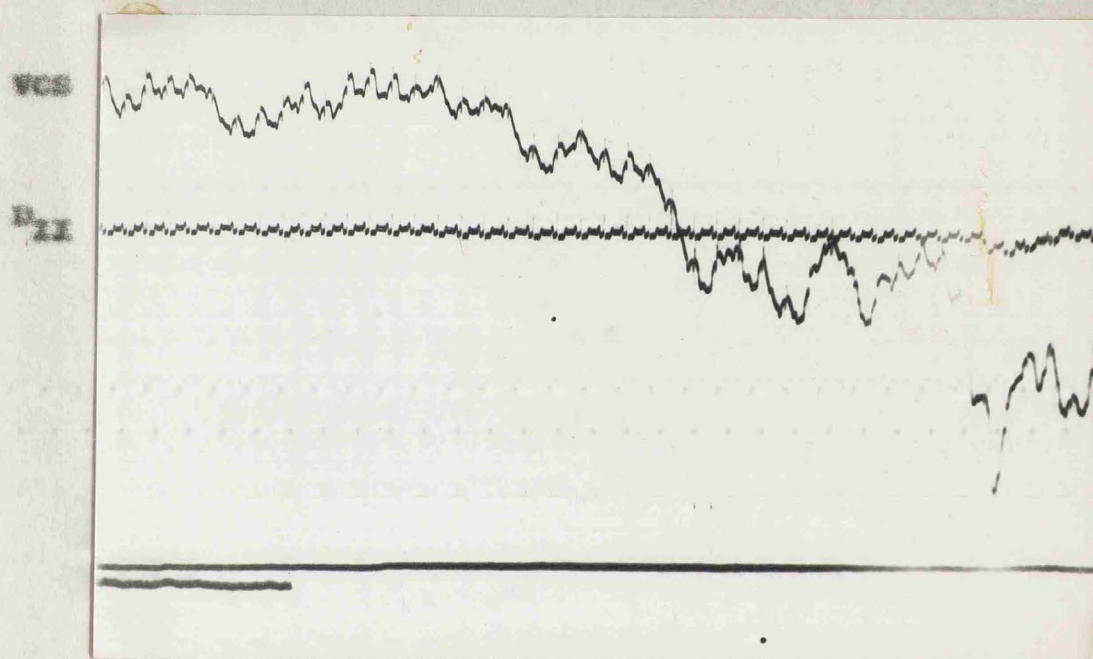


Fig. 139. Caso 35. Registro en la vena cava superior (VCS)
con deflexión a los 11,5 seg. E.C.G. en derivación
II (D_{II}).

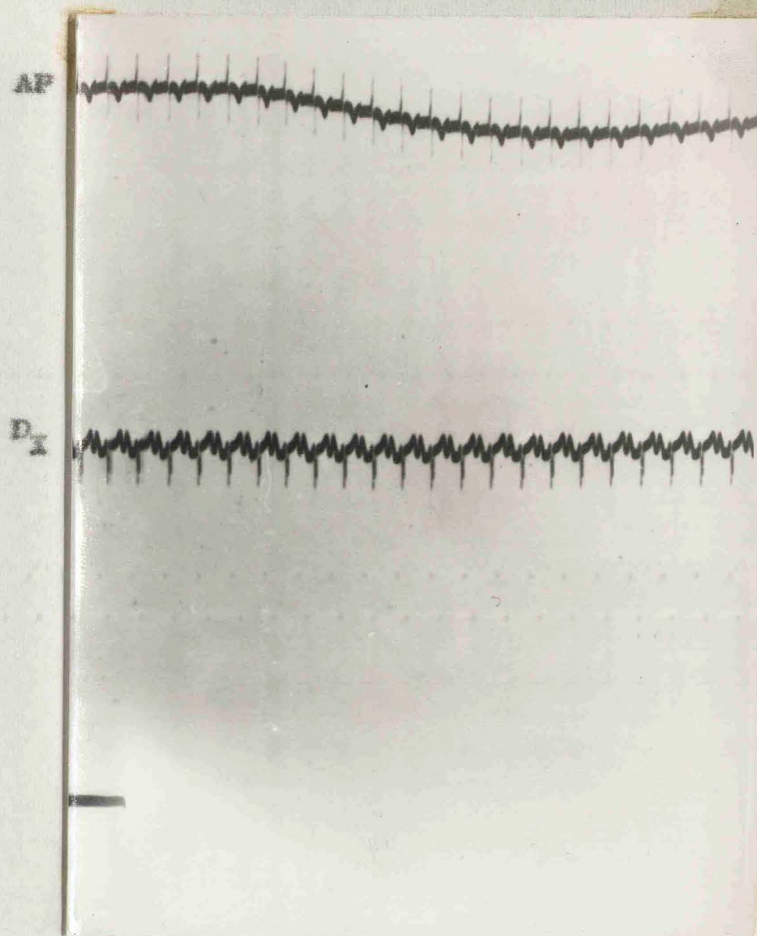


Fig. 140. Caso 36 (Comunicación interauricular). Registro en la arteria pulmonar (AP) con deflexión a 2,5 seg. E.C.G. en derivación I (D_I). La deflexión es escasa por inhalación defectuosa.

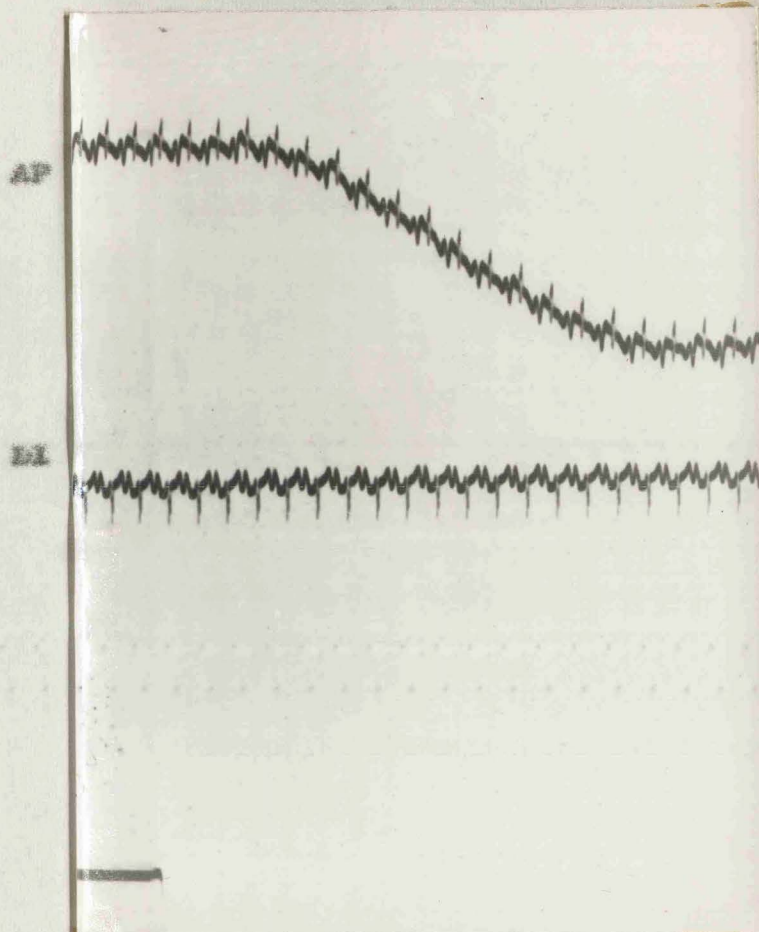


Fig. 141. Caso 36. Registro en arteria pulmonar (AP) con de
flexión supina a los 2,4 seg. E.C.G. en derivación
I (D_I).

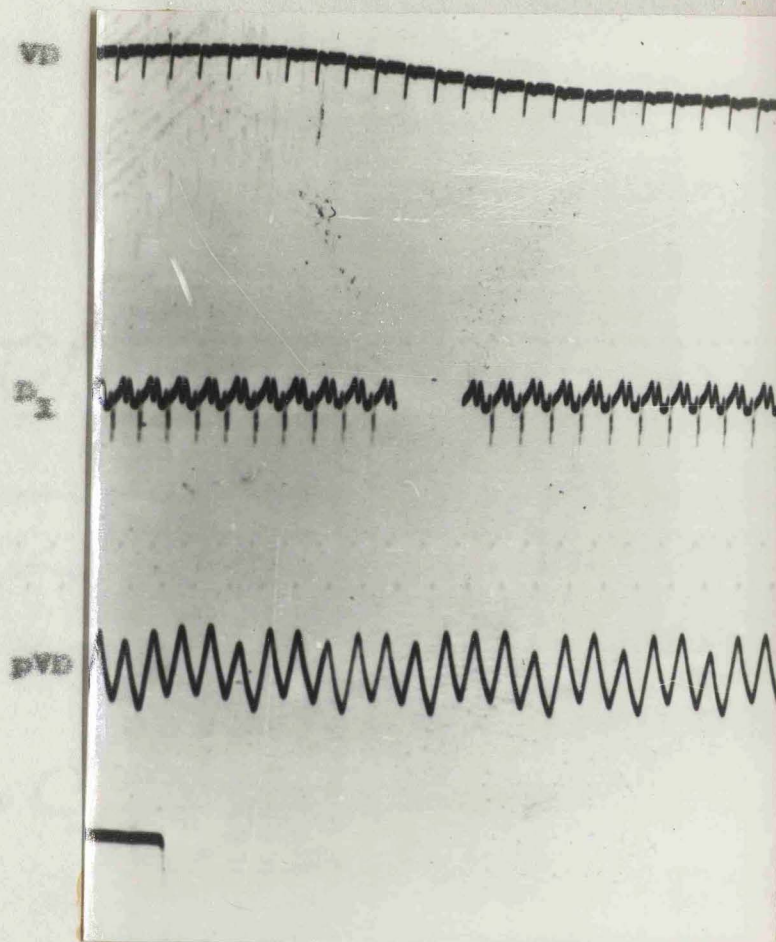


Fig. 142. Caso 36. Registro en ventrículo derecho (VD) con dg flexión muy escasa a 3,8 seg. Inhalación defectuosa. Presiones en la misma cámara (pVD) y E.C.G. en derivación I (D_I).

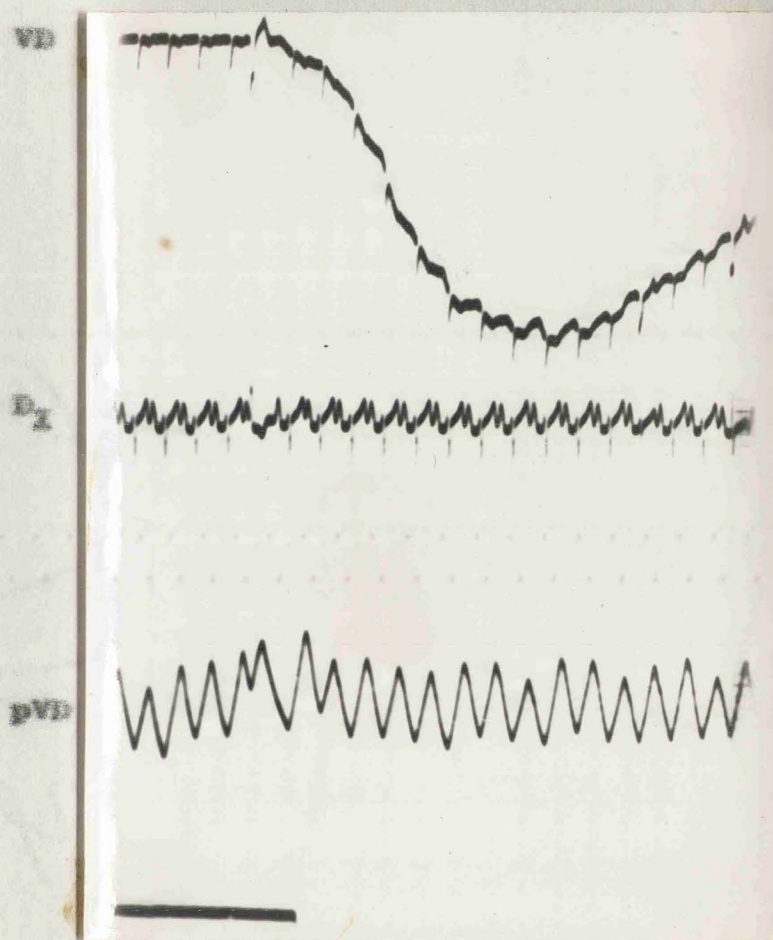


Fig. 143. Case 36. Datos como en la Fig. 142. con buena inhalación de hidrógeno.

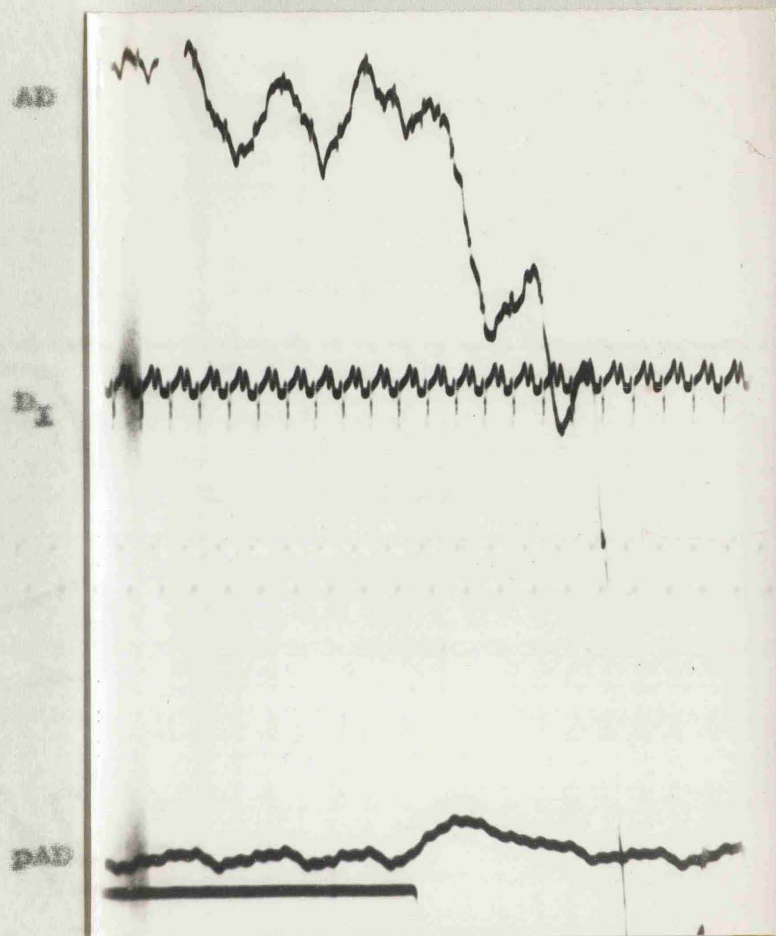


Fig. 144. Caso 36. Registro en aurícula derecha (AD) con de flexión a 1 seg. Presiones en la misma cámara (PAD) y E.C.G. en derivación I (D_I).

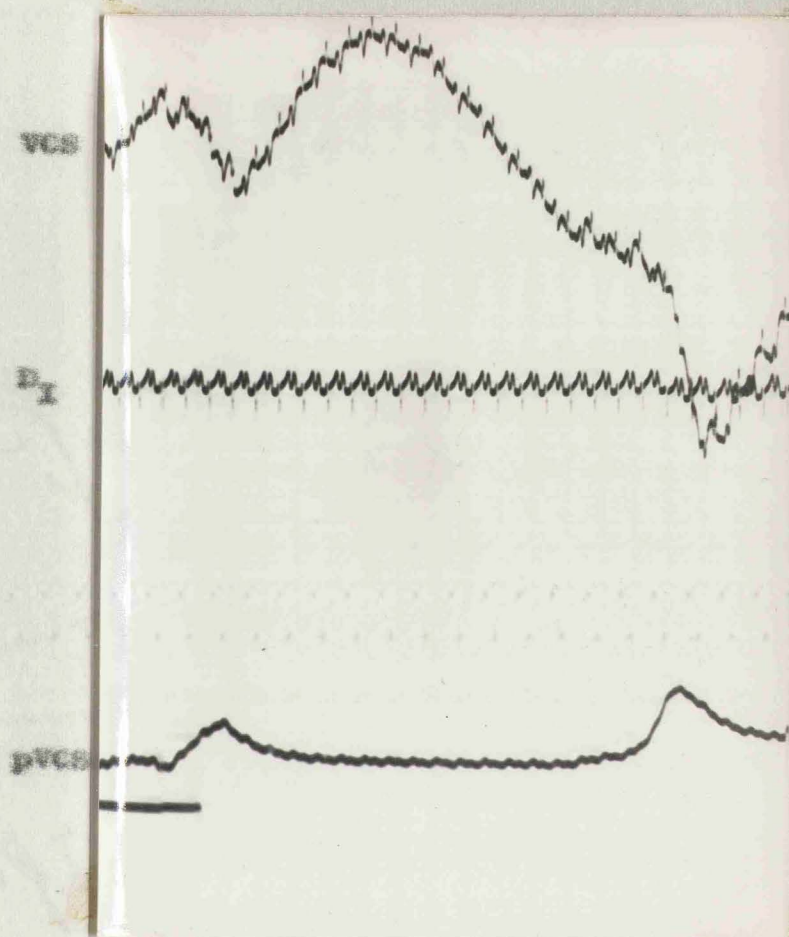


Fig. 145. Caso 36. Registro en la Vena Cava Superior (VCS) con deflexión a 11 seg. Presiones en el mismo lugar (pVCS) y E.C.G. en derivación I (D_I).

los de 2,4 seg. en la arteria pulmonar (Fig. 141) 0,5 seg. en el ventrículo derecho (Fig. 143) y de 1 seg. en la aurícula derecha (Fig. 144).

En un caso en que se registró en una vena pulmonar el tiempo de aparición de la curva fue de 0,3 seg. (caso 29) (Fig. 133).

1.- Red

2.- Red

3.- Red

4.- Red

- V -

TRABAJO EXPERIMENTAL

5.- Red

6.- Red

7.- Red

8.- Red

9.- Red

10.- Red

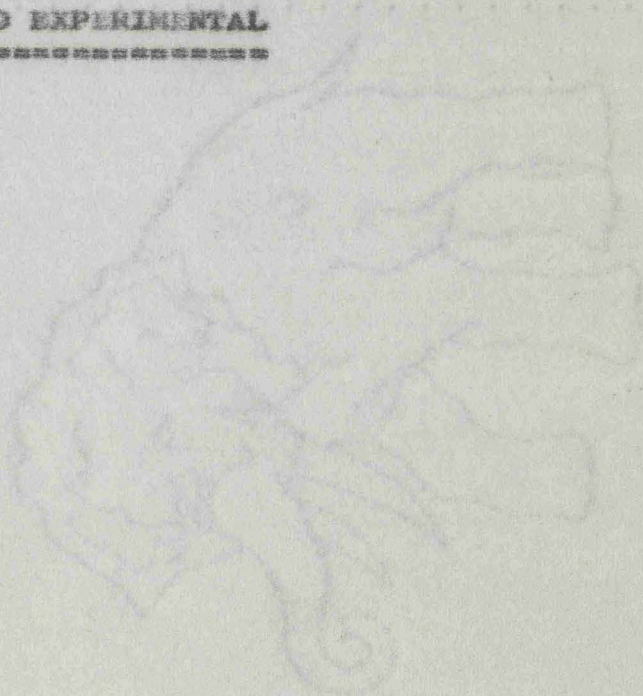
11.- Red

12.- Red

13.- Red

14.- Red

15.- Red



TRABAJO EXPERIMENTAL

1.- Material y métodos.

En colaboración con los cirujanos del servicio de la 1ª cátedra quirúrgica, hemos estudiado experimentalmente la eficacia de este método en tres perros.

2.- Técnica general seguida.

Perro anestesiado con Pentotal intravenoso e intubación traqueal y respiración mantenida con respirador automático. Electrodo en las cuatro extremidades mediante aguja introducida en zonas musculares. Disección de la arteria femoral izquierda para introducción de catéter electrodo hasta la aorta. Disección de la vena femoral para introducir un catéter de angio hasta la vena cava inferior para inyectar en el momento preciso suero salino saturado con hidrógeno. Toracotomía izquierda por 4º espacio intercostal para conseguir buena exposición del corazón y de los troncos arteriales izquierdos. Mediante bolsa de tabaco se introduce en el tronco de la arteria pulmonar otro catéter electrodo nº 5, que se utiliza para detectar la llega-

da o no del hidrógeno a cámaras derechas. Para crear experimentalmente cortocircuitos se usa una cánula trasparente que permite observar en el momento el buen funcionamiento de las fistulas. Se hacen las siguientes anastómosis:

a) Cortocircuito izquierda derecha.- Se une la cánula transparente término-terminal con subclavia o carótida izquierda y con ventrículo derecho mediante bolsa de tabaco que permite hemostasia total. Para anular momentáneamente el funcionamiento de la fistula, se pone un clip en medio de la conexión.

b) Cortocircuito derecha-izquierda.- La misma cánula anterior se utiliza al desconectar el extremo unido a la arteria carótida o subclavia y llevarlo a la orejuela izquierda a la que se conecta mediante bolsa de tabaco, creando así cortocircuito ventrículo derecho-aurícula izquierda.

Los electrocatéteres situados en la aorta y en la arteria pulmonar se unen a los cables del electrocardiógrafo de 4 canales de registro directo de la casa Siemens, mod. Mingograf 42 y, se eligen dos derivaciones bipolares para registro simultáneo según la técnica de registro antes descrita.

Modo de dar el hidrógeno: El hidrógeno en solución se inyecta mediante el catéter situado en la vena cava inferior. El hidrógeno por inhalación se da conectando el tubo de intubación endotraqueal al dispositivo de doble llave. Al quedar el perro en apnea se da el hidrógeno mediante presión manual hecha en la bolsa de anestesia al tiempo que se hace señalización al mo ver uno de los canales sobrantes del electrocardiógrafo.

3.- Resultados.

a) Con el catéter en posición de presión capilar pulmonar. La deflexión es inmediata mientras que tiene un retraso de 4,4 seg. el registro simultáneo realizado con el otro catéter electrodo situado en la aorta (Perro 1) (Fig. 146).

b) Shunt izquierda-derecha.

Después de comprobar visualmente el funcionamiento de la fístula de arteria subclavia o carótida a ventrículo derecho se registraron en total diez curvas, de las que presentamos al gunos ejemplos: En el perro 2º el tiempo de aparición en arteria pulmonar es de 4,1 seg. y en aorta de 3,2 seg. (Fig. 147). En otro registro en el mismo perro el tiempo de aparición en arteria pulmonar es de 3,8 seg. y en aorta de 2,3 seg. (Fig.

148).

Puesta una pieza en la cánula que obstruía totalmente el flujo de sangre arterial, se hicieron 8 registros tras la inhalación de hidrógeno en los que se comprobó la existencia de curva precoz normal en la aorta y muy tardía en la arteria pulmonar. La figura 149 muestra una deflexión en aorta a 1,9 seg. y en arteria pulmonar a 7,2 seg. La figura 150 muestra una deflexión en aorta a 2,7 seg. y en arteria pulmonar una desviación mínima a 7,5 seg. Ambos registros corresponden al perro 2°.

c) Shunt derecha-izquierda.

Cuando se comprobó buen funcionamiento de la fístula ventrículo derecho-aurícula izquierda, se hicieron varios registros con el catéter en la aorta, apareciendo una deflexión a 2,5 seg. (Fig. 151) y 2,7 seg. (Fig. 152). Cuando se clampaba la fístula no aparecía deflexión alguna a pesar de gran amplificación (Fig. 153).

El registro se hace con electrocatéter en arteria femoral en derivación II.

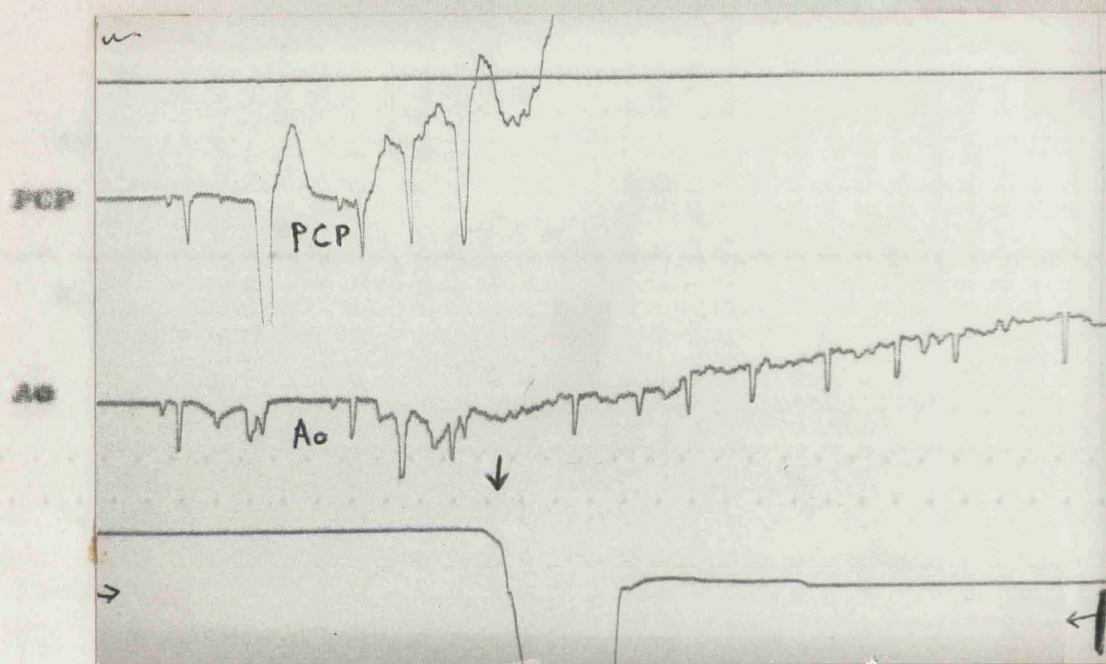


Fig. 146. Perro 18. Registro simultáneo en posición de presión capilar pulmonar (PCP) con deflexión inmediata y en aorta (Ao) con deflexión a 4 seg.

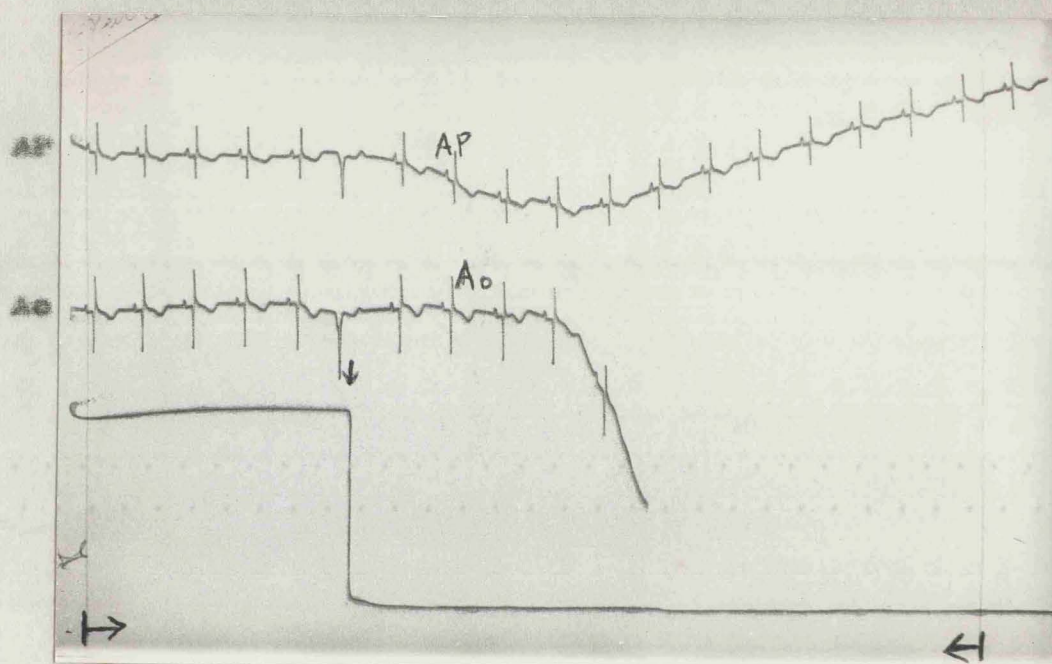


Fig. 147. Pomo 29. (Fistula arteria sistémica-ventrículo derecho). Registro simultáneo en arteria pulmonar (AP) con deflexión a los 4,1 seg. y en aorta (Ao) con deflexión a los 3,2 seg.

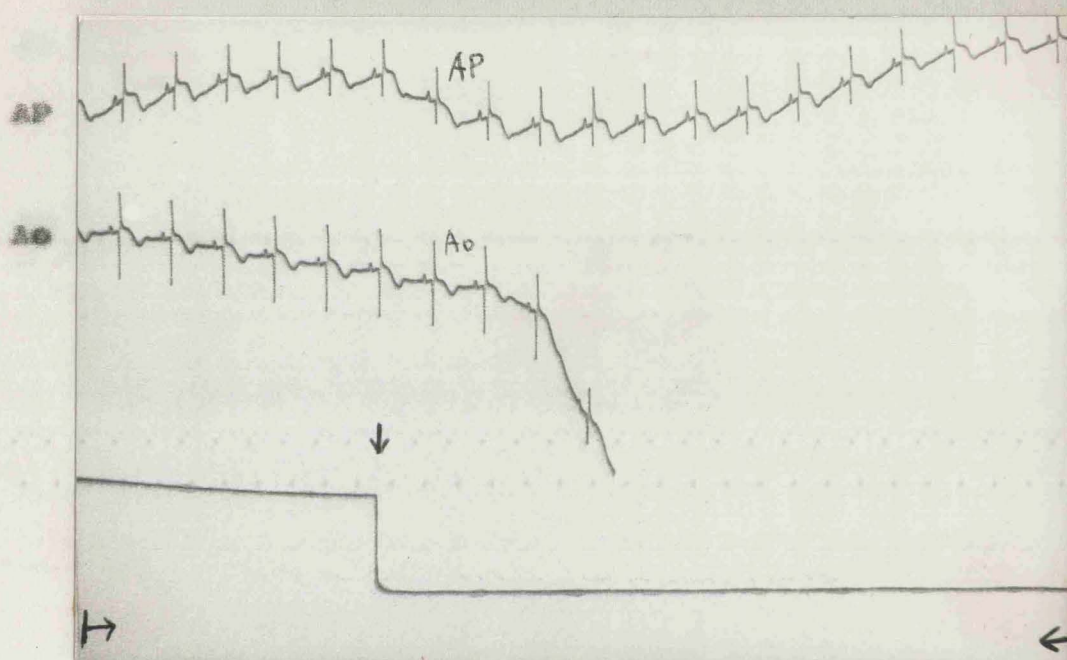


Fig. 146. Perro 29. Situación similar a la de la Fig. 147.
 Deflexión en arteria pulmonar (AP) a los 3,8 seg.
 y en aorta (Ao) a los 2,3 seg.

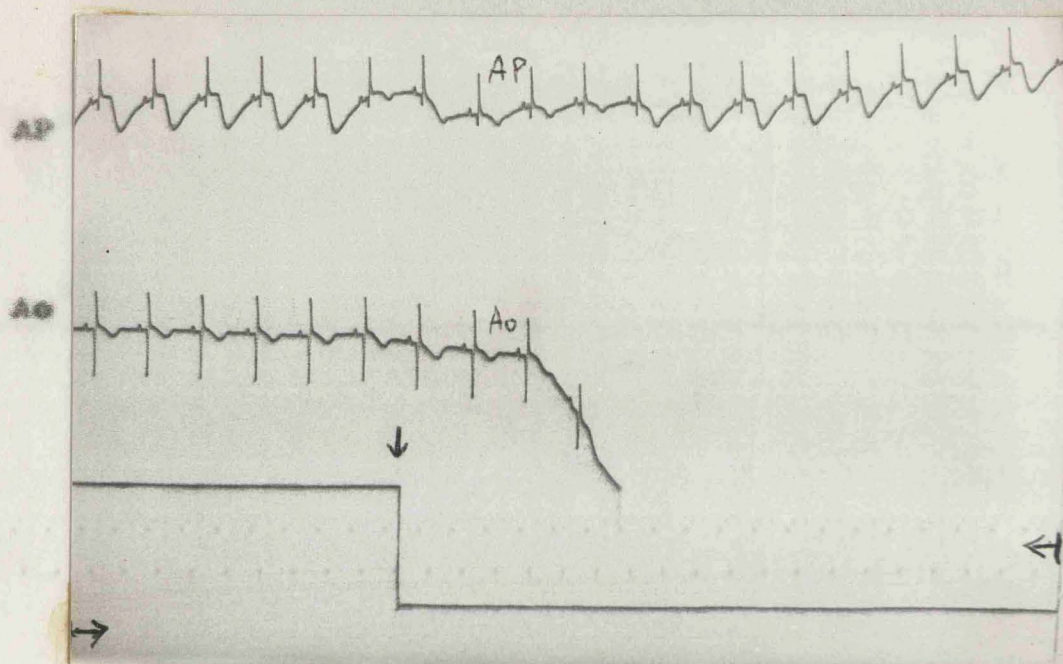


Fig. 159. Perro 2º. (Fístula clamped). Registros como en las figuras 157 y 158. Deflexión en aorta (Ao) a 1,9 seg. y en arteria pulmonar (AP) a los 7,2 seg.

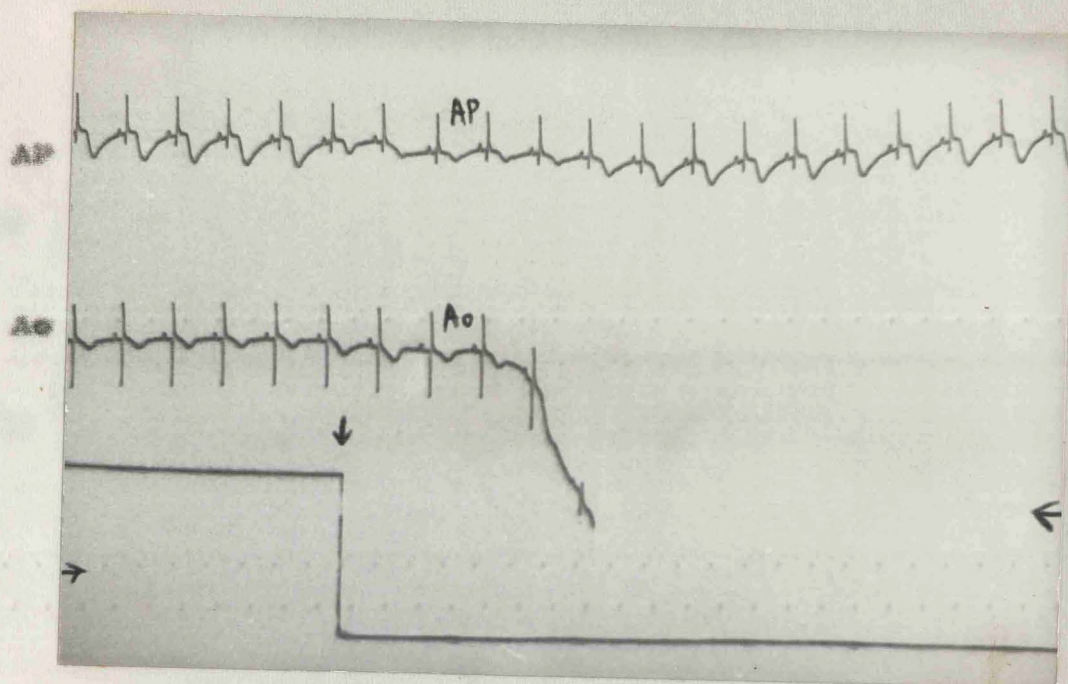


Fig. 150. Perro 28. Situación similar a la de la Fig. 149.
Deflexión en aorta (Ao) a los 2,7 seg. y en arte-
ria pulmonar (AP) a los 7,5 seg.

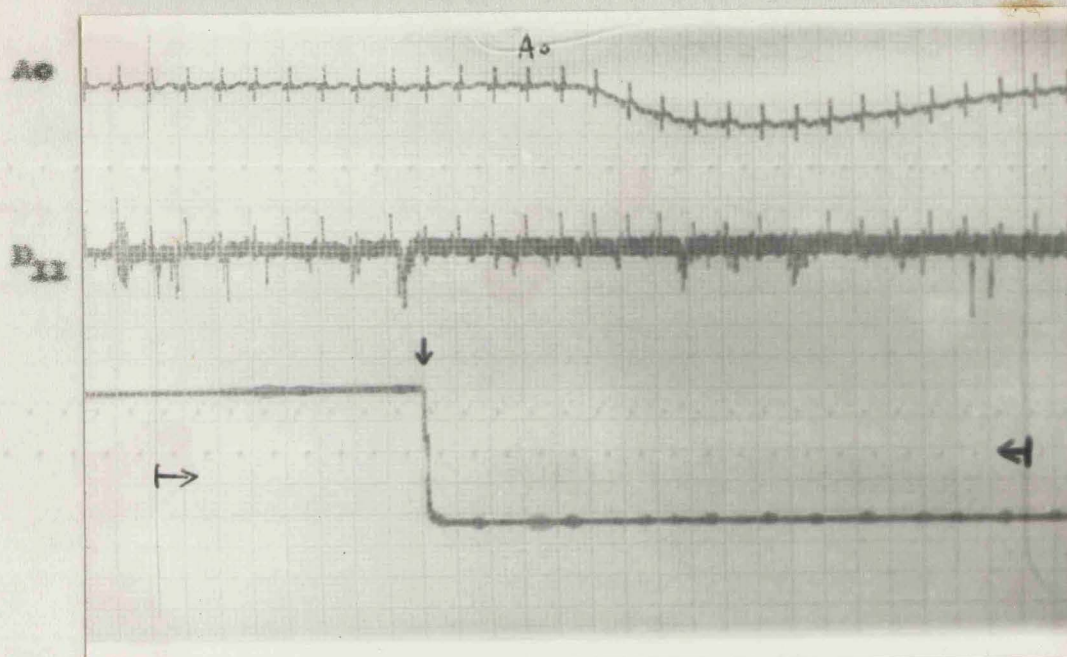


Fig. 131. Perro 30. (Fístula ventrículo derecho-aurícula izquierda). Inyección de suero con hidrógeno en la vena femoral. Registro en aorta (Ao) con deflexión a los 2,5 seg. E.C.G. en derivación II (D_{II}).

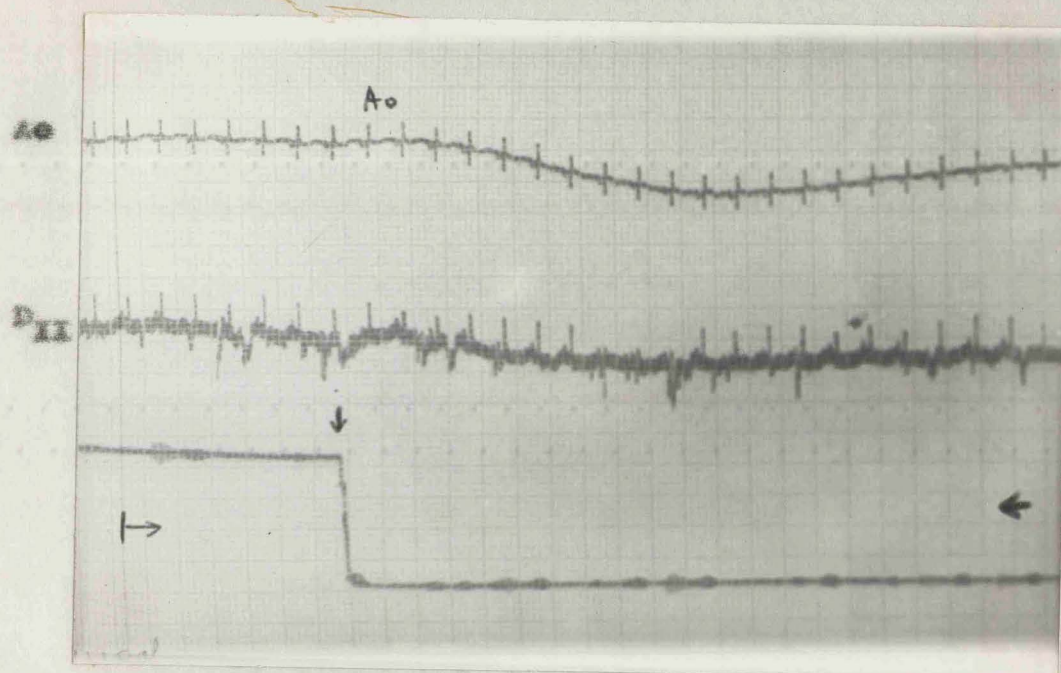


Fig. 132. Perro 3º. Situación similar a la de la Fig. 131.

Deflexión en la aorta (Ao) a los 2,7 seg.

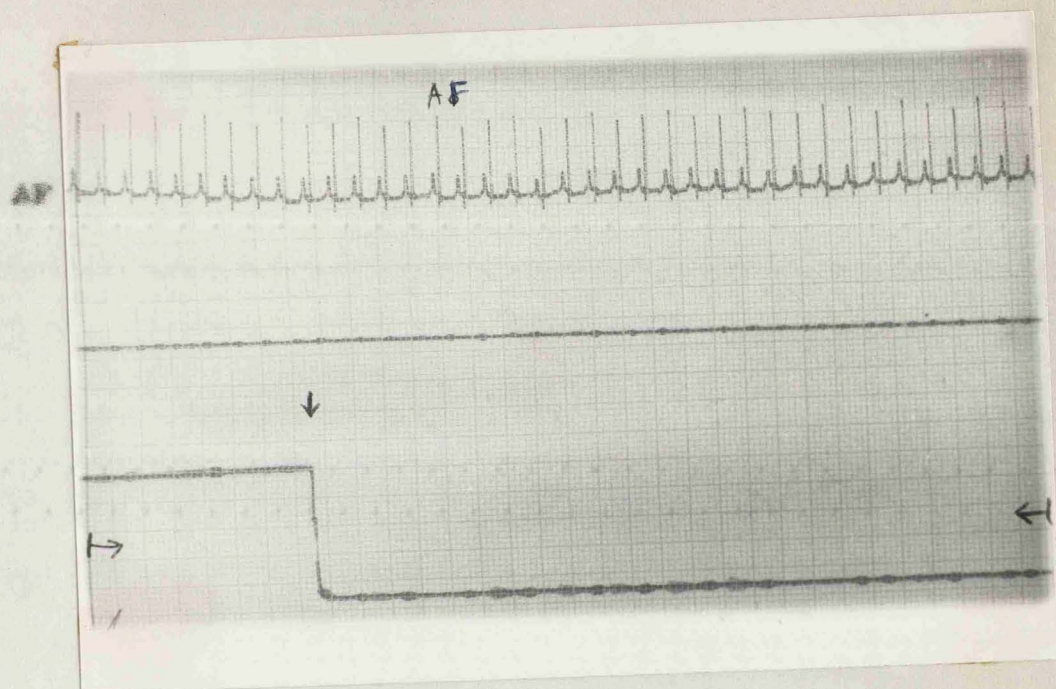


Fig. 153. Perro 3^a. (Fístula clamped). Inyección en vena femoral. Registro en la arteria femoral (AF). No hay deflexión.

- VI -

POSIBLES ERRORES Y ARTEFACTOS

=====

POSIBLES ERRORES Y ARTEFACTOS

=====

Cuando se cumplen las pautas correctas de registro establecidas al describir la técnica son muy pocos los errores que pueden presentarse. Entre estos posibles errores mencionamos:

a). Falso shunt por estar el catéter en el seno coronario. Puede registrarse curva precoz por circulación venosa coronaria que trae el hidrógeno que pasó por el sistema arterial cuando el catéter está dentro del seno coronario o en su desembocadura (BARGERON, 1960) (3). Las curvas que se obtienen son siempre de una deflexión pequeña y escasa duración, aparecen a unos 2-3 seg. en los niños y a unos 4-5 seg. en los adultos (HUGENHOLT, 1963) (15). Es fácil en todo caso descubrir el error pues no se registra curva precoz cuando se cambia el catéter a otra zona de la aurícula derecha o del ventrículo derecho. En nuestra experiencia no ha habido nunca confusión por este motivo.

b). En enfermos jóvenes cardiológicamente normales con estado circulatorio hiperquinético, el tiempo de aparición de la curva en cámaras cardíacas derechas puede ser inferior a 4 seg. En esos casos el diagnóstico de normalidad se establece con registro simultáneo en el sistema arterial que mostrará una curva más precoz o mediante registro en las venas cavas, donde será similar al obtenido en las cámaras intracardíacas.

c). Artefactos de la curva.- El registro del electrocardiograma suele ser estable y en todo caso se debe modificar la posición del catéter hasta conseguirlo. Cuando está en aurícula derecha o venas cavas suele presentarse mayor dificultad por las modificaciones respiratorias que en casos aislados pueden hacer difícil la interpretación de una curva como ilustramos en la figura 145 (caso 36), pero nunca deberá conducir a error ya que el registro en el ventrículo derecho o arteria pulmonar no debe dejar dudas.

d). Selección defectuosa de las derivaciones en el electrocardiógrafo cuando se utilizan dos o más electrodos. En un enfermo sin shunt intracardíaco (caso 5) se hace una demostración

ción de este posible error al obtener una deflexión simultánea con registros en aurícula derecha y arteria braquial (Fig. 154).

El electrodo situado en arteria braquial estaba conectado al cable del brazo derecho y se hacía el registro en la derivación AVR que debe mostrar deflexión cuando el hidrógeno llega a la arteria braquial. El electrodo de aurícula derecha se conectó a un cable de precordiales. Por tanto, la llegada del hidrógeno a la arteria braquial al modificar la central terminal que sirve de indiferente para el registro en la derivación precordial hace también desplazarse la línea base de esa derivación.

El resultado necesariamente es un desplazamiento simultáneo en las dos líneas. En cambio, cuando la conexión de los electrocátéteres a los electrodos es correcta y se eligen bien las derivaciones como ocurre en el mismo caso (Fig. 155) se elimina toda posibilidad de error. En esta ocasión el electrocátéter de la arteria braquial se conecta al electrodo del brazo derecho y se registra en la derivación I y el electrocátéter de la aurícula derecha se conecta al electrodo de la pierna izquierda y se registra en la derivación III. De esta forma no hay posibilidad de interferencia de un electrodo con otro.

c). Falta de sensibilidad del catéter.- En el caso 9 (Fig. 156) el registro superior se hace con el electrocatéter situado en la arteria pulmonar y no hay desplazamiento de la línea base, mientras que el inferior realizado con electrocatéter en arteria braquial muestra una curva clara con un tiempo de aparición de 5,6 seg. El catéter de la arteria pulmonar se pasa a posición capilar pulmonar pero sigue sin evidenciarse curva (Fig. 157), siendo muy evidente el desplazamiento de la línea inferior que corresponde al electrodo arterial.

f). Inhalación defectuosa.- Al observar la forma de hacer la inhalación es fácil detectar cuando es defectuosa y ante la duda se debe repetir la prueba. En el caso 18 (Fig. 117) se hace un registro con electrocatéter en el infundíbulo del ventrículo derecho, pero la cantidad de gas inhalada es escasa y no hay desplazamiento. Sin modificar la posición del electrocatéter ni los datos del aparato se repite la prueba con buena inhalación, registrándose desplazamiento claro de la línea (Fig. 116). Lo mismo ocurre en el caso 36 (Fig. 141) con el catéter situado en la arteria pulmonar si lo comparamos con el registro de la figura 140 hecho con los mismos datos e inhalación

defectuosa. Si la inhalación es escasa y prolongada (Fig. 142) que corresponde al caso 36, el desplazamiento puede ser poco pronunciado pero de larga duración. El mismo enfermo con los mismos datos y la misma posición del catéter muestra en la fig. 143 una curva más pronunciada. En todo caso, el comienzo de la curva aparece con el mismo intervalo.

g). Defecto al señalar el comienzo de la inhalación. Puede haber defecto al sincronizar la inhalación y la manipulación del sistema de registro. En el caso 18 (Fig. 119), la curva aparece antes de la señal. En cualquier caso, la observación simultánea en el osciloscopio, permite detectar en el mismo momento el error y se repite la prueba (Fig. 118).

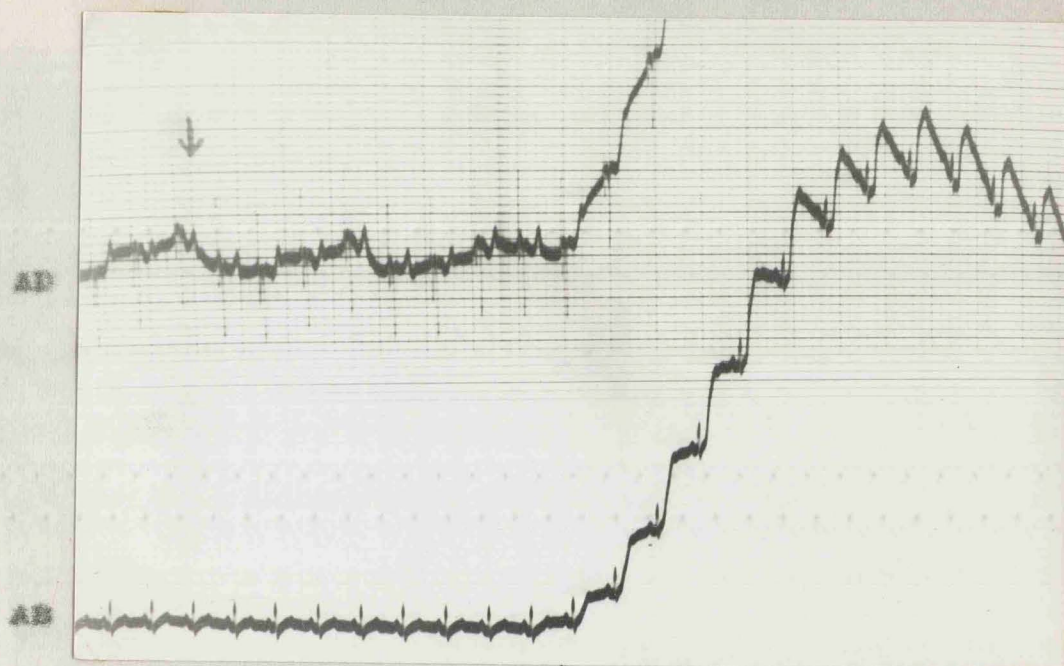


Fig. 154. Caso 5. Registro en aurícula derecha (AD) y en arteria braquial (AB). Deflexión simultánea por defectuosa conexión de los electrodos.

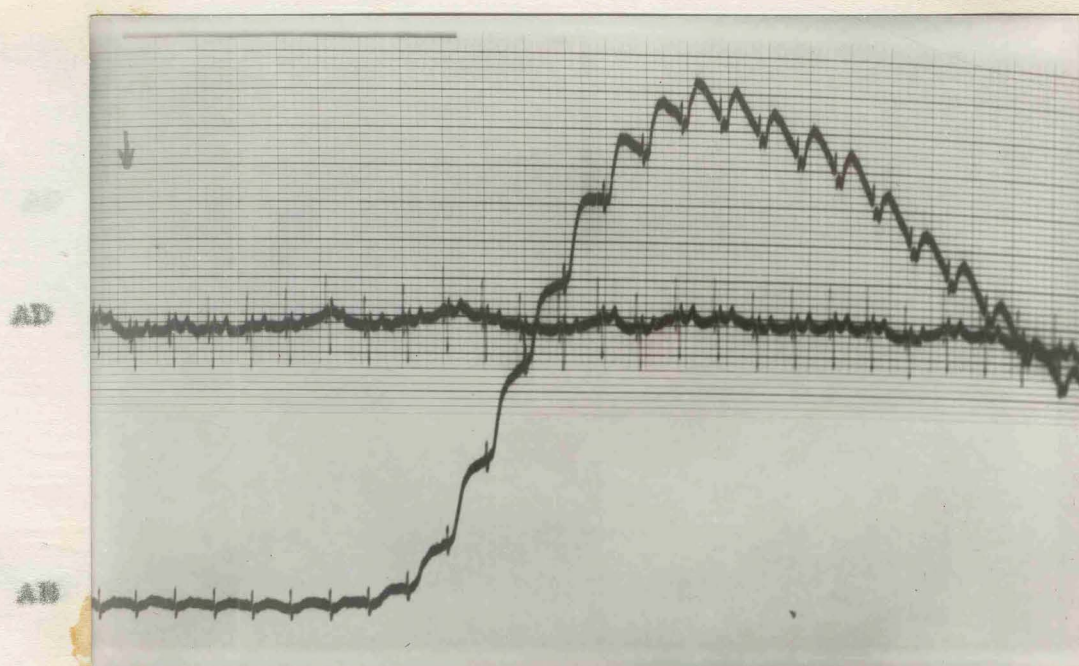


Fig. 155. Caso 3. Registros como en la Fig. 154. y conexión correcta de los electrodos. Deflexión en la arteria braquial (AB) a los 5 seg. y mínima tardía en la aórtica derecha (AD).

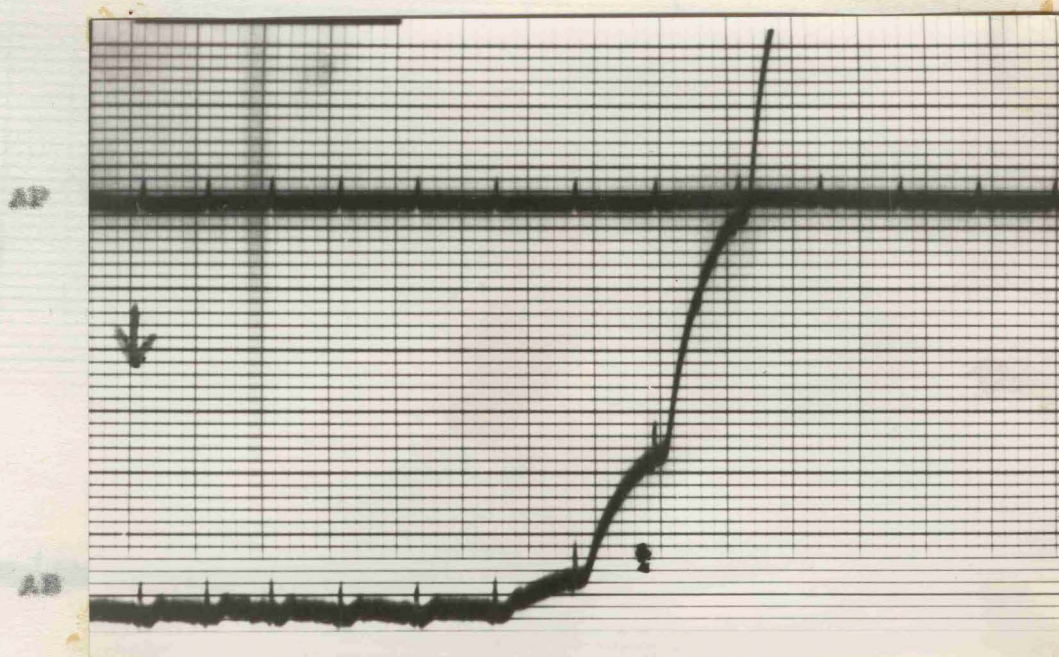


Fig. 156. Caso 9. Registros en arteria pulmonar (AP) y en arteria braquial (AB) no hay deflexión en la arteria pulmonar por falta de sensibilidad del catéter.

RIESGOS

Al riesgo eléctrico que se crea en cualquier caso hay que añadir otros dos posibles escenarios: A) Por el uso de electrocuchillo en lugar de un cutter manual, lo que supone mayor tendencia a los accidentes y la posibilidad de quemarse al ofrecer mayor resistencia a la penetración del filo.

- VII -

B) Por el uso del gas R134a.

RIESGOS *********

1.- Complicaciones por electrocución: existen dos posibilidades tanto de una en electrocución indirecta.

a). Electrocución sin contacto a través una fuente de corriente al que está conectado el electrocuchillo; esto se da cuando alguien (cabo, ayudante, etc.) está conectado al sistema, que está conectado a tierra (Fig. 139). Las figuras de corriente del electrocuchillo pasan por el electrocuchillo al cuerpo de la persona conectada y salen del cuerpo por el cable de tierra. Aunque la corriente sea de poca intensidad puede ser

RIESGOS

=====

Al riesgo mínimo que supone un cateterismo cardíaco hay que añadir otras dos posibles complicaciones: A) Por el uso de electrocatéter en lugar de un catéter corriente, lo que supone mayor tendencia a las arritmias y la posibilidad de electrocución al ofrecer escasa resistencia a la conducción eléctrica. B) Por el uso del gas hidrógeno.

1.- Complicaciones por electrocución: Existen dos posibilidades cuando se usa un electrocatéter intracardíaco.

a). Electrocardiógrafo sin derivación a tierra con fugas de corriente al que está conectado el electrocatéter; otro aparato (cardioscopio, marcapaso, etc.) también conectado al enfermo, que está derivado a tierra (Fig. 158). Las fugas de corriente del electrocardiógrafo pasan del electrocatéter al corazón de forma continua y salen del enfermo por el cable de tierra. Aunque la corriente sea de poca intensidad puede ser

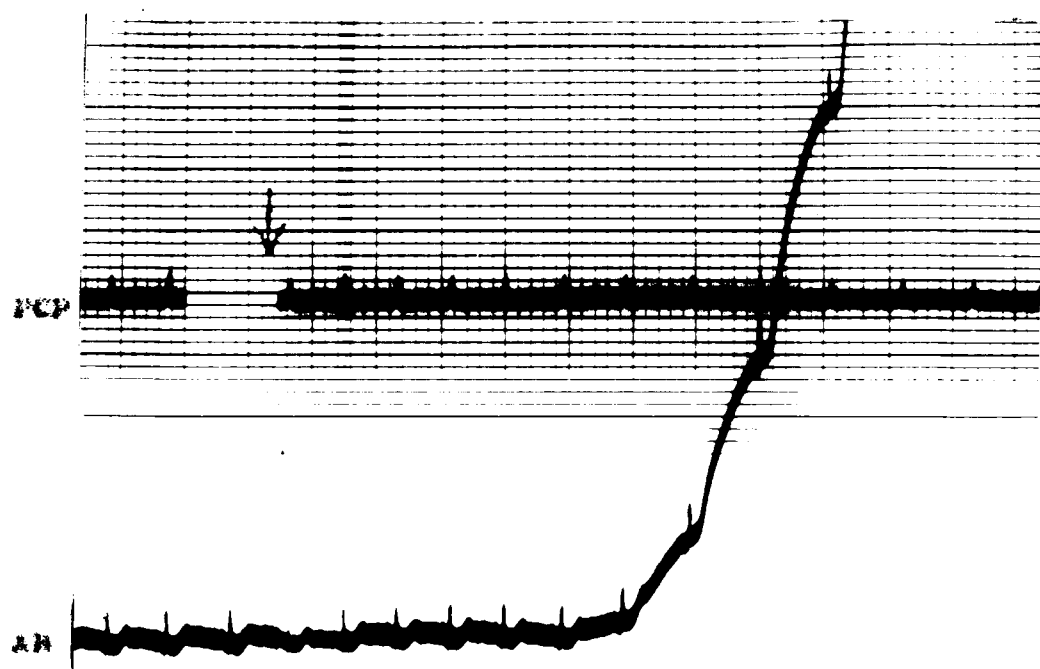


Fig. 157. Caso 9. Registros en posición de presión capilar pulmonar (PCP) y en arteria braquial (AB). Falta de sensibilidad del catéter situado en PCP.

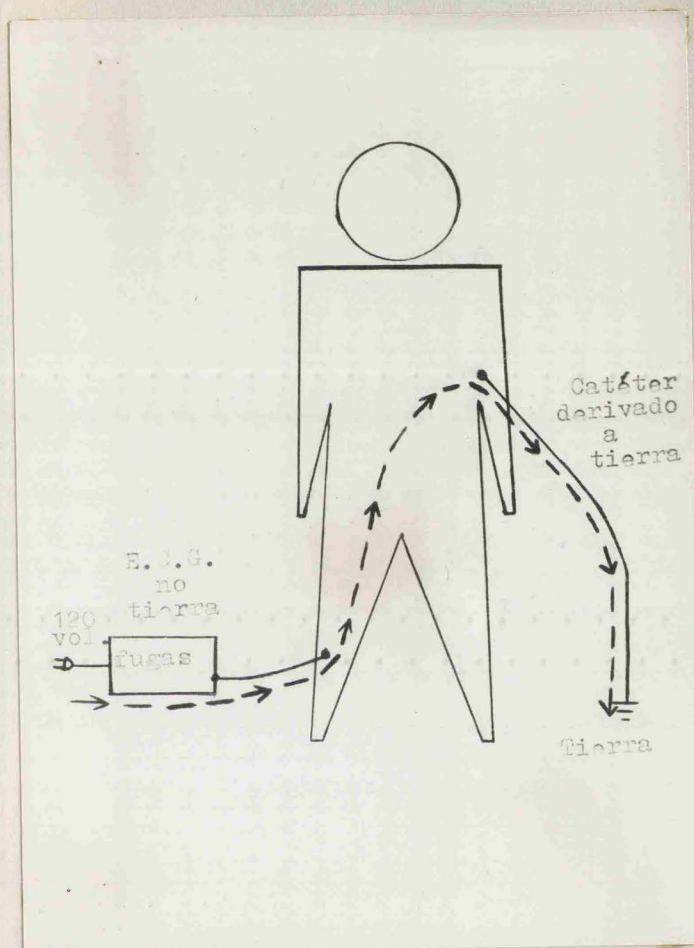


Fig. 138. Posibilidad de electrocución por fugas de corriente del electrocardiógrafo no derivado a tierra.

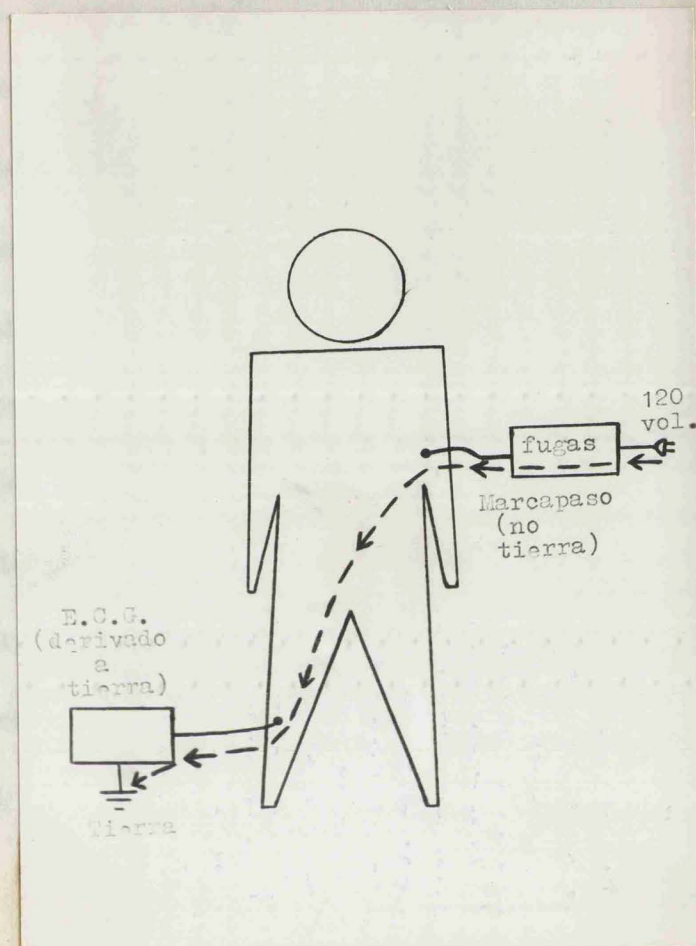


Fig. 159. Posibilidad de electrocución por fugas de corriente de un marcapaso no derivado a tierra.

suficiente para producir fibrilación ventricular.

b). Electrocatéter conectado a un electrocardiógrafo que está derivado a tierra; otro aparato (cardioscopio, marcapase, etc.) con fugas de corriente y sin derivar a tierra está también conectado al enfermo (Fig. 159). La corriente que pasa al enfermo de forma continua desde este segundo aparato, atraviesa el corazón saliendo por el electrocatéter y cardioscopio a tierra. De esta forma se puede también producir fibrilación ventricular. MODY, (1962) (23) describe un caso de muerte por el mecanismo primero, en el que el sistema de conducción era un catéter Cournard lleno de sangre y la fuga partía de un dosímetro utilizado para medir directamente la saturación de oxígeno. BURCHELL (1963) (6) cita también esta eventualidad y añade que la tierra de los grifos no proporciona seguridad completa si está derivado a ellos algún otro aparato que recibe corriente de la misma fuente de alimentación. WEINBERG (1962) (30) comprobó que utilizando electrocatéter es posible producir fibrilación ventricular en perros con corriente de dosis y voltaje muy pequeño. Los ventrículos son más sensibles que las aurículas, pudiendo presentarse fibrilación ventricular con una

dos de corriente de sólo 35 microamperios. En su experiencia de 2.000 cateterismos han registrado cuatro episodios de fibrilación ventricular potencialmente debida a electrocución. En dos de las veces el catéter estaba en la raíz de la aorta y en las otras dos en ventrículo derecho. Este mismo autor comprobó que la resistencia que ofrece el electrocatéter es mínima (sólo 5 ohmios) siendo unos 57.000 los que presenta un catéter Cournard lleno de suero salino.

Per tanto, siempre que haya fugas de corriente en los aparatos superiores a 35 microamperios hay, potencialmente, peligro de fibrilación ventricular. Sólo un 10% de las personas presentan una sensibilidad aumentada.

Todos los autores coinciden en que todas estas posibles complicaciones se pueden evitar si se toman las siguientes precauciones:

- 1ª. Usando equipo de máxima calidad (sin fugas de corriente.
- 2ª. Buena instalación de derivación a tierra, de grosor suficiente para conducir todas las fugas que puedan existir.

3a. Todos los aparatos deben estar conectados a la misma tierra. Entre ellos se incluyen: a) Todos los chasis y cajas de los amplificadores. b) Los transformadores primario y secundario. c) La parte de entrada del amplificador. d) Todas las conexiones que contactan con el enfermo.

4a. Realizando un programa de mantenimiento preventivo de los aparatos (aislamiento, fusibles apropiados, buenas conexiones a tierra) y del armazón de los mismos (buenas conexiones a tierra).

2.- Complicaciones por el uso del gas hidrógeno.

En el mismo año en que CLARK comunica sus primeros experimentos con el hidrógeno y su aplicación en cardiología, aparece una comunicación (Bull. 567. Boston. Recommendations of the National Fire Association, 1956), que se puede resumir así: "Cuando se usa hidrógeno, ningún aparato eléctrico debe utilizarse a una distancia menor de 7,6 mts. del lugar donde se da el gas, y si hay una instalación de aire acondicionado debe estar a una distancia no inferior a 15 mts.". Esta advertencia fué seguida de gran temor a usar hidrógeno en los labora-

terios de hemodinámicos y en caso de hacerlo se tomaban medidas extremadamente rigurosas hasta que DICKINSON (1965) (10) en un trabajo muy metódico niega estas conclusiones. Para su estudio disponía de un depósito que contenía unos 3 mts.³ de hidrógeno situado en zona aislada y sin riesgo de escapes. De aquí se recogía hidrógeno en una bolsa de 5 litros. Comprobaron que una mezcla era explosiva cuando la concentración del gas en relación con el aire era entre 4,1 y 74,3%. En 20 pacientes situados en decúbito prono sobre la mesa de cateterismo recogieron un mínimo de 8 muestras de aire con hidrógeno después de cada expiración, que seguía a una inhalación de gas y a distancia una de otra de 5 cms. en sentido lateral y vertical con respecto a la boca del paciente. La concentración del gas se analiza en un aparato especial (Conventional explosimeter model 3). También se comprobó su concentración en las proximidades del techo de una habitación de unos 40 m³, cerrada, no ventilada, a una temperatura de unos 25 a 30°, humedad del 78% y altura de 3 mts. en la que se habían soltado unos 150 litros de hidrógeno (de 5 en 5) en un tiempo de 4 minutos. Posteriormente y con la habitación ventilada se soltaron 200 litros de una sola vez.

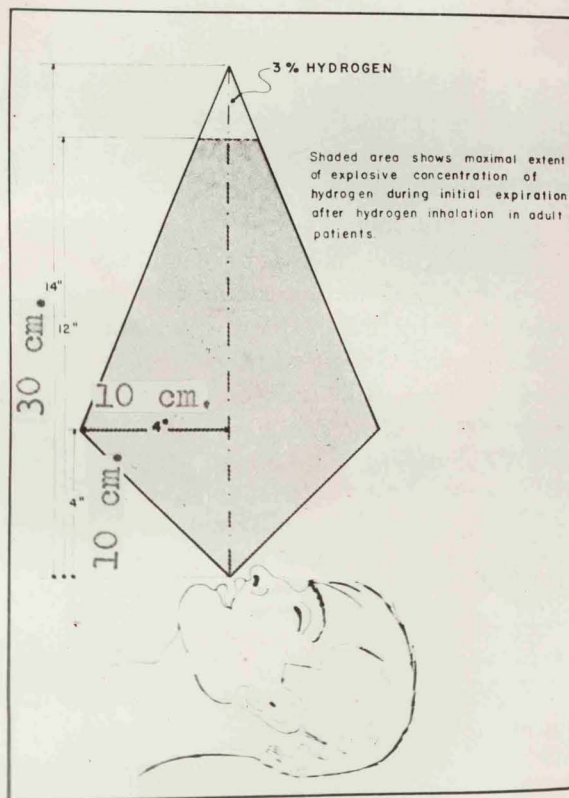


Figure 3

Maximum zone of risk.

Fig. 160. Area de concentración explosiva del gas después de una inhalación en persona adulta.

Los resultados de los análisis de la concentración de gas hidrógeno han sido los siguientes:

a) Zona explosiva.- Alcanza un máximo de 30 cms. de altura por encima de la boca del enfermo y 10 cms. lateralmente. Cuando se daba presionando la bolsa de gas, alcanzaba una distancia de 25 cms. de altura, 15 cms. lateralmente y 10 cms. por debajo del enfermo. En hombres robustos y bien entrenados que podían inspirar hasta un total de 5 litros en una sola vez la altura de la zona explosiva alcanzaba 76 cms. y una anchura de 46 cms. (Fig. 160).

b) Persistencia de la concentración explosiva.- Persistía solamente un tiempo máximo de 25 segundos.

c) Resultado de las muestras tomadas en el techo.- Cuando se soltaban 150 litros en 4 minutos, se conseguía una concentración máxima de 1,6% de hidrógeno, y cuando se soltaban 200 litros de una sola vez se conseguía una concentración de 1,8%. Por tanto, en ninguna de las circunstancias se alcanzaba la concentración de mezcla explosiva. Esto nos indica que en las peores condiciones posibles no hay peligro de lámparas

incandescentes en el techo.

Se probó también la gravedad de la explosión soltando repetidamente cinco litros de gas dirigidos hacia el techo y utilizando un mechero de gas acetileno. Para que la explosión alcance la bolsa anestésica tenía que tener lugar a una distancia menos de 76 cms.

De estos experimentos se deducen las siguientes conclusiones tranquilizadoras para la práctica normal de esta prueba:

1ª.- La duración máxima de la mezcla explosiva es de 25 segundos.

2ª.- La concentración en el techo nunca es peligrosa y por tanto, no hay inconveniente en tener lámparas encendidas.

3ª.- Como el hidrógeno se difunde rápidamente hacia arriba y los gases anestésicos hacia abajo (más pesados que el aire), no hay peligros de explosión con gases anestésicos salvo que esta tenga lugar a una distancia de la bolsa anestésica menor de 76 cms.

4ª.- La concentración explosiva está siempre limitada a una distancia menor de 90 cms. por encima, 15 cms. por debajo y 30 cms. lateralmente. Por tanto, los aparatos eléctricos que estén fuera de esta área no precisan estar desconectados y só lo precisan tener buena tierra.

5ª.- Es preferible buena ventilación de la habitación, pero no es necesaria.

6ª.- El hidrógeno se difunde muy rápidamente y no se precisa esperar entre prueba y prueba.

En resumen, son muchos los enfermos investigados en los grandes centros mundiales según se comprueba en los artículos recientemente publicados y no se ha descrito ningún accidente imputable a la técnica, siempre que se tomen unas mínimas garantías. Entre estas HUGENHOLTZ (15) incluye:

- a) Ventilación adecuada de la habitación.
- b) Desconexión del equipo eléctrico próximo y no conectarlo hasta que pasen unos segundos de cada prueba.

e) Comprobar que el equipo eléctrico utilizado no tenga fugas de corriente que puedan pasar por el catéter al corazón.

d) Tierra única a la que se conectan todos los aparatos eléctricos suficientemente gruesa y bien instalada.

COMENTARIOS

trabaja en la técnica para el diagnóstico de los casos
intracerebrales.

Cualquiera de las técnicas antes mencionadas para el diagnóstico
de los casos intracerebrales permite en la mayoría de

los casos asegurar la existencia de un tumor. Todas ellas tie-

- VIII -

nen una ventaja importante y es la de ser sencillas y fáciles de

COMENTARIOS

El diagnóstico de los casos intracerebrales se realiza en
general a partir de los datos clínicos y radiológicos.

a). En un caso que recibe el nombre de "tumor cerebral"
señalamos algunas características que nos ayudan a identificar al tumor y a
diferenciarlo de los otros tipos de lesiones y a establecer el diagnóstico.
En primer lugar, el tumor cerebral se caracteriza por ser una lesión
que puede ser de origen primario o secundario, y que puede ser benigna o
maligna. En segundo lugar, el tumor cerebral se caracteriza por ser una
lesión que puede ser de origen primario o secundario, y que puede ser
benigna o maligna. En tercer lugar, el tumor cerebral se caracteriza por
ser una lesión que puede ser de origen primario o secundario, y que puede
ser benigna o maligna.

COMENTARIOS

=====

Crítica de las técnicas para el diagnóstico de los shunt intracardíacos.

Cualquiera de las técnicas antes mencionadas para el diagnóstico de los shunt intracardíacos permite en la mayoría de los casos asegurar la existencia de un shunt. Todas ellas tienen sin embargo limitaciones importantes y a veces fracasos que podemos resumir en los siguientes apartados:

1.- Método de la determinación de la saturación de oxígeno. Se pueden presentar los siguientes inconvenientes:

a). En un niño que recibe oxígeno durante anestesia general y ante la dificultad de mantener una ventilación homogénea los datos obtenidos no son exactos y con frecuencia contradictorios, ya que la saturación puede variar considerablemente en una misma cámara de un momento a otro.

b) En enfermos muy sedados se puede producir depresión respiratoria importante, lo que será causa de descenso valorable de la saturación de oxígeno en la sangre arterial sin existir shunt derecha-izquierda. La saturación en cámaras venosas disminuirá considerablemente, lo que proporciona datos falsos en los cálculos del volumen minuto circulante.

c) Las cifras de saturación de oxígeno en la aurícula derecha pueden ser confusas según se examine la sangre de la proximidad a la vena cava superior o a la inferior, que normalmente tiene una mayor proporción de oxígeno que la primera debido al poco consumo de oxígeno que proporcionalmente tiene lugar en el riñón. Por otra parte en las proximidades del seno coronario la saturación es muy baja. Todo ello hace que la interpretación sea a veces muy difícil en enfermos con pequeños defectos interauriculares.

d) En los defectos con shunt pequeño (SELTZER) 1954 (26) las variaciones de saturación pueden ser mínimas o incluso no existir variación alguna, por lo que no es útil en esos casos la técnica. Se admite que es preciso una diferencia de 1,9% o más en las comunicaciones interauriculares, 1% o más en las

comunicaciones interventriculares y 0,8% en el ductus (BOPP, 1966) (5). Otros como VOGEL (28) no consideran evidencia de shunt izquierda-derecha a menos que el volumen minuto pulmonar sea un 20% superior al sistémico.

2.- Método del helio-oxígeno.- Presenta algunas limitaciones como son:

a) El tiempo de anoxia es corto y no son frecuentes las complicaciones de anoxia cerebral o miocárdica en individuos normales, aunque suele presentarse taquicardia. No obstante la anoxia puede suponer riesgo importante en enfermos con shunt grande o con cardiopatía avanzada.

b) Se precisa un equipo especial bastante caro y de difícil manejo.

c) Es una técnica compleja y que requiere bastante tiempo.

d) Los resultados son poco exactos y a veces contradictorios.

e) Requiere sacar muestras de sangre.

f) No permite una cuantificación del shunt.

- g) No permite el diagnóstico de los shunt derecha-izquierda.
- h) En casos con shunt pequeño los casos no son diagnósticos.

3.- Curvas de dilación de colorantes.- Presentan los siguientes inconvenientes:

- a) Es un método complejo que requiere un instrumental caro, de difícil manejo y calibración muy complicada.
- b) La prueba ha de repetirse varias veces para ser valorable.
- c) Aunque es bastante sensible no es posible diagnosticar con seguridad un shunt pequeño.
- d) El colorante utilizado es muy caro.
- e) Requiere extraer sangre del sistema arterial con equipo de extracción y reinyección continua en condiciones estériles.

4.- Curvas con ascorbato sódico.- Pueden presentar artefactos por diversos motivos:

a) Cuando se registra en arteria pulmonar y a veces en vena cava puede aparecer una curva defectuosa por circulación muy rápida.

b) La duración del pico inicial puede prolongarse simulando un shunt izquierda-derecha si la inyección resulta lenta por realizarse con un catéter fino o estar este parcialmente empujado en la zona trabeculada del ventrículo derecho.

c) Una dosis muy pequeña en un individuo grueso puede no presentar curva de recirculación, apareciendo solamente el pico inicial.

d) En niños con circulación hiperquinética la curva de recirculación y la curva principal son muy difíciles de separar. En estos casos es más útil la técnica del hidrógeno para asegurar la existencia de un shunt (BARDERON, 1960)(3).

5.- Angiocardiografía.- A pesar de ser una técnica muy útil sobre todo para el cirujano, puede presentar algunos inconvenientes:

a) No nos permite diagnosticar shunt pequeños.

b) Existe cierto grado de riesgo por trauma directo de la inyección realizada a gran presión.

c) Puede haber reacción anafiláctica al contraste yodado.

d) No tiene utilidad en el diagnóstico de los shunt intrauriculares.

6.- Fono intracardíaco.- Presenta las siguientes desventajas:

a) Por precisar un catéter nº 8 no se puede utilizar en niños al no encontrarse venas con suficiente calibre.

b) Cuando el chorro de sangre golpea directamente una pared, por ejemplo, la válvula tricúspide, en algunos casos de defecto septal interventricular, se crean en esta nuevas áreas de turbulencia que puede registrarse en zonas de la aurícula derecha próximas a la válvula.

c) Enfermos en situación Eisenmenger por shunt previo izquierda-derecha no tienen soplo aunque exista un pequeño shunt detectable por otros métodos.

d) No permite valoración cuantitativa del shunt.

e) No es valorable en el diagnóstico de las comunicaciones interauriculares pues el paso de sangre a través del defecto no produce generalmente soplo.

f) No tiene utilidad en el diagnóstico de los shunt derecha-izquierda.

Discusión sobre las ventajas y desventajas de la técnica del hidrógeno.

La introducción del electrocatéter permite el registro simultáneo del electrocardiograma intracardíaco.

El uso y manejo del electrocatéter no supone un aumento valorable del riesgo con respecto al que corresponde a todo cateterismo cardíaco si los aparatos están bien derivados a una tierra única suficientemente gruesa y bien instalada.

El peligro de explosión por el uso del hidrógeno queda limitado en las peores circunstancias a una distancia de 76 cms. por encima y 46 cms. lateral a la boca del enfermo. Por tanto, no es preciso desconectar aparatos eléctricos situados a una distancia superior.

Nuestros resultados en enfermos sin shunt izquierda-derecha coinciden con los de la literatura: GERALD, 1964 (13) encuentra un tiempo de aparición mínimo en cámaras derechas entre 4 y 8 seg. BOFF en 1965 (4) un tiempo superior a 4 seg. y en general oscilando entre 8 y 16 seg. Registros inferiores a 4 seg. son excepcionales. El tiempo de aparición en el sistema arterial osciló alrededor de 2,5 a 3 seg. según HUGENHOLTZ, 1963 (15). Estos han sido también los datos obtenidos por nosotros excepto en algún caso aislado en que el catéter arterial estaba situado en una arteria colateral de la axilar presentando un intervalo de 5 a 6 seg. En la aurícula izquierda GERALD (13) encontró un tiempo de aparición de 0,5 a 1 seg.

Registro con el catéter en posición de presión capilar pulmonar. HIROSE, 1962 (14) llama la atención acerca del registro de curva precoz, casi inmediata cuando el catéter está situado en posición de presión capilar pulmonar, dato que hay que tener en cuenta antes de diagnosticar erróneamente un shunt izquierda-derecha por la aparición de una curva precoz.

Las curvas obtenidas por nosotros en dicha posición han

sido generalmente instantáneas. En algunas ocasiones aparecen a 1 seg. El registro simultáneo en posición de presión capilar pulmonar y arteria sistémica realizado en varios casos mostró un intervalo superior a 1,5 seg. En los registros realizados en el trabajo experimental hemos obtenido una curva inmediata en posición de presión capilar pulmonar, mientras que en la aorta hay un intervalo de 4 seg.

El mecanismo por el que aparece deflexión inmediata con el catéter en posición de presión capilar pulmonar se ha pretendido explicar por diferentes motivos: a) HIROSE, 1962 (14) lo considera debido a la llegada retrógrada del hidrógeno desde las venas pulmonares por las ondas de presión de la aurícula izquierda, pero GASTEAZORO (12) niega esta posibilidad después de estudios experimentales en los que sigue obteniendo deflexión inmediata a pesar de detener la circulación con el clampaje de las venas cavas y arteria pulmonar, es decir, dejando exangüe la aurícula izquierda y las venas pulmonares. b) El hidrógeno podría llegar a través de las anastómosis entre las arterias braquiales y arterias pulmonares, pero los resultados obtenidos en el trabajo experimental realizado por nosotros y

en algunos registros en enfermos, anulan esta posibilidad, ya que el tiempo de aparición en la posición de presión capilar pulmonar debería ser igual o superior al registrado en la aorta, donde tienen su origen las arterias braquiales. c) JAMERSON, 1963 (19) propone una tercera posibilidad: que el hidrógeno llegue al electrodo por difusión a través de los tejidos pulmonares. GASTEAZORO, 1963 (12) amplió el experimento antes mencionado sacando el catéter a las ramas de la arteria pulmonar mientras la circulación permanece detenida al clampar las venas cavas. El tiempo de aparición en las ramas de la arteria pulmonar en estas circunstancias es más corto que el registrado con circulación normal. Esto parece apoyar y confirmar la teoría de la difusión por el tejido pulmonar postulada por JAMERSON.

Los trabajos experimentales de HYMAN (1961) (16), en 5 perros produciendo shunt izquierda-derecha condujeron a conclusiones similares a las nuestras. Este autor producía un cortocircuito mediante la operación de Blalock anastomosando las arterias subclavia izquierda y pulmonar izquierda y dejando dentro de la subclavia un balón que al incharle obstruía el

flujo. En estos experimentos se compara la eficacia del método del hidrógeno con los demás existentes, llegando a la conclusión de que es de una sensibilidad similar al de las curvas de dilución de colorantes, y ambos aventajan a todos los demás y pueden detectar un cortocircuito antes que el soplo continuo de la fístula creada.

El tiempo de aparición en las cámaras cardíacas venosas cuando hay shunt izquierda-derecha es inferior a 4 seg. (BOPP y DUCHOSAL, 1965) (4), (HUGENHOLT, 1963) (15). Sólo ocasionalmente se obtiene este tiempo mínimo si no hay shunt y se debe a estado circulatorio hiperquinético en niños. En el caso de un niño de nuestro estudio con comunicación interventricular y estado circulatorio hiperquinético, el tiempo de aparición en aurícula derecha fue de 3,9 seg., pero los tiempos de aparición en ventrículo derecho y arteria pulmonar han sido inferiores a 1,7 seg. En caso de duda se debe usar simultáneamente otro catéter en una arteria sistémica y comprobar los tiempos (ARCASOY, 1962) (2). El tiempo de aparición en la arteria será inferior al registrado en las cámaras derechas, pues aún

siendo la circulación coronaria la causante del error, el hidrógeno que llegue por esa vía alcanzará la aurícula derecha más tardíamente que a la aorta.

En nueve casos de pequeños shunt de izquierda-derecha en que el método de la determinación de la saturación de oxígeno había fallado BOOP y DUCHOSAL (5) encuentran evidencia clara de shunt con este método. En tres de nuestros enfermos con comunicación interventricular no se pudo detectar shunt izquierda-derecha por ningún otro medio. En uno de ellos sólo el fono intracardíaco apoyó el diagnóstico al registrar soplo sistólico en ventrículo derecho. En los restantes, el único dato para el diagnóstico fué la existencia de soplo pansistólico en mesocordio. En otro enfermo también portador de una comunicación interventricular la determinación de oxígeno localizó erróneamente el shunt a nivel de arteria pulmonar, pero no se había obtenido muestra del infundíbulo del ventrículo derecho. En los restantes se pudo localizar correctamente el shunt con la determinación de oxígeno.

VOGEL en 1962 (28) Concluye un trabajo diciendo que en casos con mínima comunicación interventricular el mejor medio de diagnóstico pueden ser las curvas de hidrógeno, y que incluso la angiocardigrafía puede no ser útil. Es común la experiencia de encontrarse ante un enfermo con soplo pansistólico en mesocardio, sospechoso de tener una comunicación interventricular y no haber podido demostrarla después de un estudio hemodinámico con todas las técnicas de que disponemos en un laboratorio normalmente equipado.

En el estudio de los defectos interventriculares con shunt izquierda-derecha, es preciso hacer registro con el catéter en el infundíbulo además del cuerpo del ventrículo derecho, ya que en defectos pequeños y altos se puede obtener curva tardía en la parte baja del ventrículo y al registrar curva precoz en la arteria pulmonar se podría hacer el diagnóstico erróneo de ductus. En tres de nuestros casos de comunicación interventricular hemos comprobado este hecho y HUGENHOLTZ (15) describe cinco casos similares.

Cuando se estudia este tipo de defectos con shunt dere-

cha-izquierda se debe hacer inyecciones con hidrógeno en diversas áreas del ventrículo derecho, ya que en una inyección sola en el infundíbulo puede dar resultados negativos en caso de tratarse de un defecto más bajo.

En la tetralogía de Fallot leve hay siempre cierto grado de shunt interventricular izquierda-derecha fácilmente detectable con este método y sólo este hecho nos permite hacer el diagnóstico diferencial con una estenosis pulmonar como hemos podido comprobar en nuestros casos 19 y 25.

El diagnóstico de localización del defecto en enfermos con hipertensión pulmonar en situación Eisenmenger es otro de los problemas frecuentemente presentados al hemodinamista. Cuando los métodos habituales habían fallado y no se había podido pasar el catéter por ningún defecto, se hacían inyecciones de contraste a presión en aorta y en ventrículo izquierdo con el consiguiente riesgo que en algunos de estos enfermos se puede acarrear. El método del electrodo de platino sensible al hidrógeno permite localizar el lugar del cortocircuito al detectar el mínimo grado de shunt siempre existente, aunque no sea diag

nosticado por ningún otro método. En nuestro caso 38 se había practicado un cateterismo en otro servicio, con el diagnóstico final de hipertensión pulmonar y en el que la determinación de la saturación de oxígeno no evidenció shunt intracardíaco. Con este método se demostró claro shunt a nivel interventricular y la angiocardiógrafa posterior con inyección en ventrículo izquierdo lo confirmó.

En los casos con shunt izquierda-derecha claro, este método diagnóstico puede detectar un shunt adicional más proximal al resultar un tiempo de aparición de la curva similar al encontrado en la cámara más distal. En nuestro caso 21 que presentaba un ductus comprobado por cirugía el registro con electrocatéter en el infundíbulo del ventrículo derecho detectó una curva precoz, indicativa de defecto interventricular asociado.

Para poder demostrar los shunt dobles LEVY, 1961 (21) utiliza un catéter con tres electrodos situados a 1 cms., 6 cms. y 16 cms. del extremo final y cuya posición dentro del corazón se comprueba por electrocardiografía intracardíaca y fluoroscopia.

pía. Esta modificación permite hacer el registro simultáneo en la arteria pulmonar, ventrículo derecho y aurícula derecha, haciendo el registro con tres derivaciones unipolares. MARTINEZ LOPEZ (1962) (22), también del mismo equipo, utiliza el catéter con tres electrodos, pero los conecta a los cables que van a brazo derecho, brazo izquierdo y pierna izquierda, usando el cable de la pierna derecha de común a los otros tres y haciendo el registro en derivaciones bipolares. Según los autores se pueden registrar pequeñas diferencias en el tiempo de aparición de la curva en las cámaras derechas que permiten hacer el diagnóstico de los shunt dobles. BOPP (4), publica en 1965 experiencias similares.

Uso en quirófano.- Este método es seguro y de fácil aplicación para comprobar en el quirófano si se cerró completamente un defecto intracardíaco o para detectar un shunt adicional después del cierre de otro defecto (p. e. para excluir un defecto interventricular después del cierre de una comunicación interauricular, evitando así una ventriculotomía).

Se trata de un método muy fácil de realizar, de una pre-

cisión diagnóstica grande incluso en casos con shunt pequeño y que no requiere usar ningún aparato especial ni es preciso hacer extracción de muestras de sangre. Como prueba de la sencillez de esta técnica tenemos las publicaciones de VOGEL, 1964 (29) sobre sus resultados en enfermos ambulantes, utilizando un alambre fino con terminal de platino, que introduce percutáneamente por una vena del brazo y cuya posición controla por electrocardiografía intracardíaca. De esta forma en casos dudosos puede diagnosticar con precisión la existencia de un shunt intracardíaco con la única ayuda de un electrocardiógrafo y sin necesidad de ingresar al enfermo.

, En casos dudosos nos permite seleccionar el lugar de la inyección de contraste para angiocardografía selectiva.

Aunque no hemos estudiado muchos enfermos con shunt derecha-izquierda, el trabajo experimental coincide con la experiencia de otros autores en la gran eficacia y precisión de este método en el diagnóstico de los shunt derecha-izquierda. En los casos sin shunt la inyección en el sistema venoso y registro en el árbol arterial dió resultado negativo, mientras que el regis

tro simultáneo realizado en las cámaras cardíacas distales al lugar de la inyección mostró deflexión clara.

De los trabajos experimentales de CLARK, 1960 (8), BARGERON, 1960 (3) y HYMAN, 1961 (17), se deduce que ésta es la técnica ideal para la localización de los shunt derecha-izquierda, ya que en individuos sin cortocircuito el hidrógeno es eliminado completamente por el pulmón (salvo que exista patología pulmonar importante) y por tanto, siempre que se registra curva en el sistema arterial es patognomónico de shunt derecha-izquierda (CLARK, 1960) (8). El potencial máximo que se puede detectar en las cámaras izquierdas en individuos normales es de 3 mv., que representa 1/17 del que se obtiene en el arteria pulmonar. Es decir, la cantidad que pasa es despreciable.

La inyección de suero saturado en el sistema venosos y registro en cámaras cardíacas derechas distales a la inyección mostró siempre deflexión clara.

La inyección de suero con hidrógeno en cámaras derechas en la tetralogía de Fallot o situación Eisenmenger deben mos-

trar deflexión al registrar en arteria sistémica por la existencia segura de cierto grado de shunt derecha-izquierda. Por el contrario, la no existencia de deflexión en enfermos con estenosis pulmonar o hipertensión pulmonar idiopática excluye aquellos diagnósticos.

El escaso número de enfermos estudiados con inyección de suero con hidrógeno para el diagnóstico de las insuficiencias valvulares no nos permite hacer conclusiones definitivas seguras, aunque se han podido comprobar algunos hechos que nos permiten ser optimistas respecto a su eficacia: a) en dos casos sin patología de la válvula pulmonar no se registró en ventrículo derecho curva tras la inyección de suero con hidrógeno en la arteria pulmonar, b) en tres enfermos con patología de la válvula tricúspide se registro curva en aurícula derecha después de la inyección en el ventrículo, c) no se han estudiado casos sin patología valvular tricúspide que nos permitan establecer comparación.

Aunque hemos descrito varias posibilidades de error, to-

das ellas pueden evitarse con los cuidados mínimos que requiere la realización correcta de la técnica descrita. En nuestra experiencia no hemos tenido ningún caso de error que no haya podido ser descubierto en el momento de realizar la prueba.

El único inconveniente que hemos encontrado es que no permite valorar la magnitud del shunt, ya que el grado de deflexión depende de muchos factores como son: Grado de sensibilidad del catéter, amplificación del aparato de registro, posición del electrocatéter en relación con el flujo sanguíneo, situación del electrocatéter dentro del corazón y sobre todo cantidad de hidrógeno inhalado. Aunque alguno de estos factores pueden estabilizarse, otros como la cantidad de hidrógeno inhalado no son fáciles de regular. Ha habido algún intento por parte de HYMAN 1961 (17) de establecer un sistema seguro que determine la cantidad de hidrógeno que reacciona con el cloruro de platino, pero los resultados no han sido seguros y no se ha publicado en la literatura cardiológica mundial ningún otro intento de resolver este problema.

CONCLUSIONES

=====

Se han estudiado con la técnica del electrodo de platino sensible al hidrógeno 38 enfermos procedentes de diferentes cátedras del hospital y tres perros a los que se practicaron cortocircuitos experimentales. El estudio crítico de los resultados nos permite sacar las siguientes conclusiones:

- a) El equipo necesario es muy sencillo y está al alcance de cualquier laboratorio de hemodinámica.
- b) La técnica es simple y rápida de realizar, ya que no requiere un tiempo superior a 10 minutos.
- c) Es de una precisión extrema al localizar cualquier tipo de shunt, aunque la mayoría de las restantes técnicas hayan fallado, como es el caso de los enfermos con defectos septales mínimos y los que están en situación Eisenmenger.
- d) La utilidad y precisión es similar tanto en los casos

con shunt izquierda-derecha como en los de derecha-izquierda. En este último tipo de shunt parece ser la técnica ideal.

- e) En las pequeñas comunicaciones interventriculares permite localizar el lugar exacto del septo donde se encuentra el defecto.
- f) Cuando se dispone de un osciloscopio o el aparato es de registro directo, el resultado de la prueba es inmediato.
- g) Para poder determinar en quirófano el cierre total de un defecto puede ser éste un método sencillo y seguro.
- h) En el estado actual de la técnica no es posible de terminar cuantitativamente el grado de shunt izquierda-derecha.
- i) No hemos tenido errores que puedan conducir a un diagnóstico equivocado cuando se cumplen unas premisas mínimas.

j) No ha habido ningún riesgo y a juzgar por las con-
clusiones experimentales de DICKERSON (10) se puede
considerar exenta de riesgo cuando no hay conectado
un aparato eléctrico o lámpara incandescente a una
distancia menor de 76 cms. de la boca del paciente
y cuando todos los aparatos están derivados a una tierra
única bien instalada.

Existen varias técnicas hemodinámicas para el diagnósti-
co de los shunt intracardíacos. Cada una de ellas ofrece algu-
na ventaja especial, pero al valorar la sencillez, rapidez y
sobre todo, la precisión, consideramos que en gran número de
casos la técnica del hidrógeno con electrodo de platino es la
de elección.

Por todo lo que hemos dicho, creemos que la técnica del
electrodo de platino sensible al hidrógeno debe ser incorpora-
da en todos los laboratorios de hemodinámica.

- X -

BIBLIOGRAFIA
=====

BIBLIOGRAFIA

=====

- 1.- Amplatz K, J. Wang and P. Adams. The Helium Oxygen Test: A New Technique for Identifying Small Left to Right Shunts. Lancet. 2: 82. 1962.
- 2.- Arcasoy M.M., W.G. Guntheroth and G.L. Mullins. Simplified Intravascular Hydrogen Electrode Method. Ame. J. Dis. Children. 104: 349. 1962.
- 3.- Bargeron L.M. Jr., L.C. Clark Jr. and McArthur K.T. The Determination of Intracardiac Shunts in Infants by the Use of Intravascular Potentiometric Electrodes. Ame. J. Dis. Child. 100: 502. 1960.
- 4.- Bopp P., Rh. Bussat, P.R. Moret, P.W. Duchosal and R. A. Pasche. Experience with Hydrogen as an Indicator of Left to Right Shunts. Brit. Heart J. 27: 424. 1965.
- 5.- Bopp P., K. Hatan y N. Ahmadi. Determinación por medio del Hidrógeno de Pequeños Shunt Izquierda-Derecha. Archi.

Cardio. Mex. 36: 144. 1966

- 6.- Burchell H.B. Electrocution Hazards in the Hospital or Laboratory. Circul. 27: 1015. 1963.
- 7.- Clark L.C. Jr., and Bergeron L. M. Jr. Left to Right Shunt Detection by an Intravascular Electrode with Hydrogen as an Indicator. Science 130: 709. 1959.
- 8.- Clark L.C., L.M. Bergeron, Ch. Lyons, H.M. Bradley and K.T. Hearthur. Detection of Right to Left Shunts with an Arterial Potentiometric Electrode. Circul. 22: 949. 1960.
- 9.- Dexter L., C.S. Burwell, F.W. Haynes and R.E. Seibel. Venous Catheterization for the Diagnosis of Congenital Heart Diseases. Bull. New. Eng. Med. Cent. 8: 113. 1949
- 10.- Dickerson R. B., M.C. Walter, L. Jensen Jr. Capt. and R.V. Hollison. The Safety of Hydrogen in Shunt Detection Circul. 31: 705. 1963.
- 11.- Fromer P.L., W.W. Pfaff and E. Braunwald. The Use of Ascorbate Dilution Curves in Cardiovascular Diagnosis. Ap-

plications of a Technic for Direct Intravascular Detection of Indicator. *Circul.* 24: 1227. 1961.

- 12.- Gasteazoro G., T. Hirose, J. Stopak, J. Casale and A.I. Schaffer. False Positive Hydrogen Test with Platinum Electrode in Pulmonary Wedge Position. *Ame. J. Cardiol.* 12: 240. 1963.
- 13.- Gerard R., A. Redon, Benyamine R. et A. Moliniere. La Determination des Shunts Gauches-Droits par la Méthode de l'Hydrogen. *Archi. Mal. Coeur.* 57: 1142. 1964.
- 14.- Hirose T., A. I. Schaffer, I. Stopak, J. Casale, G. Gasteazoro and P. Bailey. False Positive Test with Hydrogen Platinum Electrode Technic for Left to Right Shunts with Electrode in Pulmonary Arterial Wedge. *Circul.* 28: 730; 1962.
- 15.- Hugenholtz P. G., Th. Schwark, R. G. Monroe, W. J. Gamble, A. J. Hanck and A. S. Nadas. The Clinical Usefulness of Hydrogen Gas as an Indicator of Left to Right Shunts. *Circul.* 28: 542. 1963

- 16.- Hyman A. L., E. S. Hyman, A. C. Quiroz and J. R. Gautt.
Hydrogen Platinum Electrode System in Detection of Intra
vascular Shunts. Ame. Heart J. 61: 53. 1961.
- 17.- Hyman E. S. Linear System for Quantificating Hydrogen at
a Platinum Electrode. Circul. Research 9: 1093. 1961.
- 18.- Jamakawa K., J. Shionoya, T. Nagai, K. Kitamura, S. Ohta
and A. Yamamoto. An Attempt on the Intracardiac Phonocar-
diography. Tohoku J. Exper. Med. 58: 311. 1953.
- 19.- Jameson A. S. Diffusion of Gases from Alveolus to Preca-
pillary Arteries. Science 139: 836. 1963.
- 20.- Kaplan S., L.C. Clark, F.K. Edwards, M.E. Gallaher and
R. P. Fox. Localization of Right to Left Shunts with an
Intravascular Polarographic Anode Sensitive to Ascorbic
Acid. Ame. J. Cardiol. 8: 659. 1961.
- 21.- Levy L., R. Fowler, D. Kinley, H. Albert and López Martí-
nez J. Multiple Hydrogen Electrode Catheter for Determi-
nation of Cardiac Shunts. New Engl. J. Med. 264: 1355.
1.961.

- 22.- Martínez López J.L., Hollis W.J., D.E. Kirkley and L. Levy. Use of the Triple Platinum Hydrogen Electrode for Detection of Left to Right Shunts. Ame. J. Cardiol. 10: 70.1962.
- 23.- Mody S. M. and M. Richings. Ventricular Fibrillation Resulting from Electrocution During Cardiac Catheterization Lancet 2: 698. 1962.
- 24.- Robinson J. F., N. Restieaux and M. Murray. Experience with Hydrogen in Detection of Intracardiac Shunts. Writ. Heart J. 30: 168. 1968.
- 25.- Roten C. E. and Miller. Diagnostic Applications of the Platinum Electrode Catheter. Brit. Heart J. 29: 232. 1967.
- 26.- Selzer A. Defets of the Cardiac Septum. J. Ame. Med. Ass. 154: 129.1954.
- 27.- Soulié P., P. Laurens, E. Allard, F. Bouchard and C. Cornm. The Allard-Laurens Intracardiac Micromanometer. Second World Congress of Cardiology. Washington sep. 1954.

- 28.- Vogel J.H.K., R.F. Grover and S.G. Blount Jr. Detection of the Small Intracardiac Shunt with the Hydrogen Electrode. A Highly Sensitive and Simple Technique. *Ame. Heart J.* 64: 13. 1962.
- 29.- Vogel J.H., K. Averill, K. Tabari and S. Blount. Detection of Intracardiac Shunts with the Platinum Electrode, Using a Simplified Percutaneous Approach. *Ame. Heart J.* 67: 610. 1964.
30. Weinberg D. I., J.L. Artley, R. E. Whalen and H.D. Melintosh. Electric Shock Hazards in Cardiac Catheterization. *Circu. Research* 11: 1004. 1962.